ÉTUDE FAO: FORÊTS 10/1

TF/INT 272 (SWE)

estimation des coûts d'exploitation à partir d'inventaires forestiers en zones tropicales

1. principes et méthodologie

division des ressources forestières
division des industries forestières
département des forêts

avec l'assistance de

l'office central suédois pour l'aide au développement international

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome 1980

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-36

ISBN 92-5-200598-6

Reproduction interdite, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, seule détentrice des droits. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1980

PREFACE

Les ressources forestières constituent un élément important pour le développement économique et social dans beaucoup de régions tropicales. Pendant plus de 25 ans, le Département des Forêts de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture a assisté ses pays membres pour une meilleure utilisation de leurs ressources forestières en leur donnant des conseils techniques et en les soutenant dans leurs activités pour le développement de la foresterie. Ceci fut particulièrement le cas dans le domaine de l'inventaire et de l'exploitation forestière, dans le cadre de projets forestiers dans ces pays, et également, par la publication de documents et de manuels se rapportant à ces sujets.

Le lien entre ces deux disciplines n'avait pas encore été parfaitement établi, c'est-à-dire l'estimation de l'accessibilité, ou d'une façon plus précise, l'estimation des coûts d'exploitation à partir des résultats d'inventaires forestiers et de données socio-économiques. Dans beaucoup d'études de préinvestissement, même au niveau national et international, les spécialistes en exploitation forestière ont estimé les coûts d'exploitation en faisant le meilleur usage de leur expérience et des données à leur disposition. Cependant, les procédures et les normes générales relatives à l'estimation de l'accessibilité des ressources forestières tropicales n'ont pas été établies, et ce sujet, jusqu'à présent, a toujours été traité sur une base ad hoc.

Afin de combler ce manque, la Sous-Division de l'exploitation et des transports en forêt, ainsi que la Sous-Division de l'aménagement des forêts de la F A O, ont entrepris un programme de travail sur ce sujet sous la direction du Professeur U. Sundberg. En 1972, une première étude pilote a été publiée sur la base de données d'inventaire forestier et d'exploitation forestière recueillies à Madagascar. En 1973, une proposition pour une "Etude de base sur l'accessibilité des ressources forestières" a été préparée et en 1976, l'Organisme suédois de Développement International (SIDA) a fourni à la F A O les fonds nécessaires à l'exécution de la première phase de l'étude concernant l'estimation des coûts d'exploitation dans les études de préinvestissement.

Ce manuel représente le résultat d'efforts d'une équipe , au sein de laquelle M.T. Klüwer, consultant expérimenté en exploitation forestière de la F A O, a, au cours d'une mission d'un an à Rome, effectué la plus grande part de travail, en étroite collaboration avec M. H. Chauvin, Chef de la Sous-Division de l'exploitation et des transports en forêt, et de M. J.P. Lanly, chargé des problèmes d'estimation des ressources forestières. Un groupe d'experts s'est réuni deux fois au sujet de l'accessibilité des ressources forestières tropicales, la première fois à Rome du 4 au 6 Octobre 1976, pour aider à préparer et formuler l'étude, et la deuxième fois à Garpenberg (Suède) du 4 au 7 Juillet sur l'aimable invitation du "Swedish Royal College of Forestry" pour réviser l'avant projet du manuel préparé par M. Klüwer.

Le projet définitif a été expédié en Janvier 1978 aux membres du groupe d'experts et leurs commentaires ont été ajoutés au texte. En même temps, M. Klüwer a pris part à une mission de préfaisabilité dans la Forêt nationale de Tapajoz (Brésil) où il a pu tester la méthodologie proposée et faire quelques modifications. Ce manuel, étant le premier dans son genre dans le domaine de la foresterie tropicale, peut être certainement amélioré et complété afin de permettre l'estimation de l'accessibilité aux niveaux national ou sous-national. Cependant, ce manuel dans sa version actuelle, peut rendre grand service à tous les intéressés : le propriétaire forestier dans l'estimation de la valeur des bois sur pied, l'utilisateur de la ressource forestière en estimant à l'avance le prix de revient du bois et les spécialistes de l'inventaire forestier en fournissant tous les types de renseignements sur la forêt et le terrain.

Louis Huguet
Directeur
Division des Ressources Forestières

TABLE DES MATIERES

(1ère partie)

Pages

1 INTRODUCTION 1

1.1 Objectifs et but 1

1.2 Limites 1

1.3 Plan 3

2 PRINCIPES GENERAUX POUR L'EVALUATION DES COUTS D'EXPLOITATION

2.1 Introduction .....

2.2 La méthode d'exploitation

2.3 Techniques d'exploitation

2.4 Eléments et coûts .....

2.5 Eléments temps 9
2.5.1 Généralités 9
2.5.2 Temps opérationnel annuel 9
2.5.3 Temps main-d'oeuvre 9
2.5.4 Temps de travail machine 10
2.5.5 Temps de rotation 10
2.5.6 Récapitulation des éléments temps 11

2.6 Prix de revient du temps 13
2.6.1 Prix de revient de la main-d'oeuvre 13
2.6.2 Prix de revient machine 14

2.7 Calculs de production 14
2.7.1 Généralités 14
2.7.2 Abattage, façonnage 15
2.7.3 Débusquage, débardage 15
2.7.4 Opérations sur parc 16
2.7.5 Chargement 18
2.7.6 Le transport principal 18
2.7.7 Le déchargement 18

2.8 Evaluation du prix de revient 19
2.8.1 Généralités 19
2.8.2 Formules de coût 19
2.8.3 Prix de revient des routes 23
2.8.4 Frais généraux 23

2.9 Récapitulation 23

3 BESOINS, RELEVE ET TRAITEMENT DES DONNEES 25

3.1 Introduction 25

3.2 Données descriptives globales 26

3.3 Classification de terrain 26

3.4 Division de la zone 27

3.5 Données sur le peuplement, l'arbre et la grume 28
3.5.1 Matériel sur pied 28
3.5.2 Restrictions d'abattage et matériel exploitable 28
3.5.3 Evaluation des ratios d'utilisation 29

3.6 Facteurs d'environnement 33

3.7 Données réseau routier, transport et accessibilité 35

3.8 Données économiques et socio-économiques 35

3.9 Récapitulation des besoins en données 35

3.10 Les calculs préalables et l'évaluation de prix de revient ... 35

ANNEXE 1 - INSTRUCTIONS POUR LES INVENTAIRES DE PRE-INVESTISSEMENT .. 37

ANNEXE 2 - BIBLIOGRAPHIE 57

2ème partie

4 DONNEES DE BASE 1

5 CALCULS PREALABLES 18

6 ESTIMATION DES COUTS 62

CHAPITRE 1

1. INTRODUCTION

1.1 Objectifs et but

L'objectif de ce manuel est d'établir les grandes lignes d'une méthodologie simplifiée afin de permettre l'évaluation des coûts de production d'une exploitation forestière, en se basant entièrement sur les données d'un inventaire conventionnel à faible taux de sondage ainsi que sur d'autres données qui peuvent être facilement obtenues sur le terrain.

Ce manuel a également pour objet d'orienter le relevé et le traitement des données nécessaires. Il est supposé que les normes sont suffisamment détaillées pour permettre de recueillir et de traiter ces données, afin d'effectuer le calcul des coûts ultérieurement sans qu'il soit nécessaire de posséder des connaissances approfondies ou une expérience technique en exploitation forestière.

Le résultat obtenu par l'évaluation est une estimation du prix de revient moyen d'exploitation par m3 de grumes amenées à un point de livraison, choisi au préalable, selon des conditions établies par les opérations d'abattage, les cadences d'utilisation et de production bien définies et un nombre de principaux facteurs physiques et spécifiques à la zone d'évaluation.

L'estimation du prix de revient est limitée aux opérations sous contrôle direct du personnel d'encadrement de l'exploitation, c'est-à-dire qu'il ne comprend seulement que l'exécution opérationnelle réalisée par son propre personnel et son propre matériel.

La comparaison du prix de revient calculé par rapport à la valeur moyenne nette des ventes par m3 permet une évaluation des bénéfices de l'exploitation, et , en conséquence, de l'accessibilité économique de la zone.

Déterminer la valeur nette correspondante des ventes nécessite des calculs particuliers qui ne sont pas inclus dans les normes de ce manuel. Une évaluation sérieuse peut être assez compliquée et demander des observations précises sur les données locales, mais, le moment venu, il sera peut-être utile de compléter ce manuel et d'y inclure également cette partie d'évaluation globale.

Si les différentes conditions d'abattage, méthodes ou techniques d'exploitation peuvent être prises en compte, le calcul des coûts s'effectuent successivement en modifiant uniquement les sous-calculs affectés par le changement des données de base.

1.2 Limites

Ce manuel est entièrement concentré sur les conditions des pays en voie de développement et spécialement les pays tropicaux. Même avec ces limites, les options opérationnelles sont trop variées et trop nombreuses pour permettre par un simple procédé d'application générale d'en évaluer le prix de revient. De plus, un manuel comprenant toutes les possibilités ne serait pas d'un maniement aisé.

En conséquence, des restrictions importantes ont été nécessairement faites dans le cadre de de manuel.

En premier lieu, les conditions de terrain et le type de forêt considérés ont été limités à la forêt dense de zone non montagneuse et de terre ferme, en laissant de côté les cas extrêmes, c'est-à-dire la vraie forêt marécageuse et la vraie forêt de montagne, lesquelles exigent l'emploi de techniques d'exploitation très spécialisées.

Les techniques et le mode d'exploitation ont été ramenés à ce que l'on pourrait appeler une méthode moderne standard et rationnelle, effectivement applicable sous la plupart des conditions, en tenant compte des restrictions précédentes : abattage à la scie à chaîne, transport hors-route par tracteur à chenilles ou tracteurs à pneus (ou combinaison des deux) et transport principal par grumier semi-remorque à tube. Les techniques irrationnelles (obsolètes) ou trop avancées, de même que les techniques inusitées n'ont pas été retenues ; cependant quelques techniques praticables et dans certaines circonstances tout à fait logiques ont été omises bien qu'elles soient importantes dans certaines régions (c'est-à-dire transport par eau, transport par camion à treuil). Il faudra donc ajouter, en temps utile, des pages à ce manuel pour y inclure toutes ces techniques.

Seule l'exploitation commerciale ou industrielle a été considérée, ce qui signifie qu'aucun autre type d'exploitation n'a été envisagé pour d'autres buts tels que l'utilisation d'une zone pour des usages récréatifs, la protection du sol ou le projet d'aménagement d'un bassin versant, etc ...

Egalement, l'exploitation de la forêt naturelle a seulement été considérée, que la zone ait été exploitée auparavant ou non, c'est-à-dire que ni l'exploitation, ni la possibilité de transformation en forêt artificielle n'ont été envisagées.

L'objectif est d'appliquer fondamentalement la méthode décrite à un niveau d'entreprise, ce qui correspond à des zones allant de 350 à 500 000 hectares. Toutefois, il est possible d'effectuer des évaluations à un niveau régional ou sous-national jusqu'à national, simplement par de plus grandes généralisations.

Les considérations sont, en outre, restreintes au stade de développement correspondant à la capacité opérationnelle "normale" d'une entreprise, ce qui signifie qu'il n'est tenu compte d'aucune considération précise liée aux conditions défavorables des phases de démarrage où le rendement est réduit en raison d'un personnel sans expérience, de la formation du personnel, etc ...

Les limites ci-dessus peuvent paraître restreindre l'usage de ce manuel d'une façon importante, cependant il reste logique de considérer que plus de 50 % des exploitations existantes, et de celles immédiatement potentielles dans les pays en voie de développement opèrent et opèreront dans des conditions similaires à celles décrites ici, une fois la période initiale de mise en route surmontée.

Une autre question à se poser : Quelle valeur aura le résultat obtenu en suivant la méthode de calcul décrite dans ce manuel ?

Normalement, pour obtenir un calcul sérieux du prix de revient, il est possible d'utiliser les services d'un bureau d'études spécialisé qui, en plus d'un personnel d'experts hautement qualifiés, dispose d'une masse importante de données statistiques se rapportant à tous les aspects d'une exploitation sous des conditions tout à fait différentes. Cependant, le coût de ses services ou tout autre raison pratique peut empêcher d'employer un tel bureau d'études, spécialement lors du premier stade lorsqu'est envisagée l'exploitation de zones non limitées.

La méthodologie décrite dans le manuel simplifie énormément toute la question, bien qu'on se soit efforcé d'y inclure tous les éléments relatifs au prix de revient, et avec objectif d'établir l'évaluation d'après les caractéristiques spécifiques les plus importan-

tes de la zone d'évaluation. Cependant, il a été nécessaire de prendre en compte des généralisations basées sur des données pas assez précises. La validité du résultat obtenu, en termes absolus de prix de revient , peut donc être limitée, et la recherche d'améliorations importantes est évidente. Malheureusement, seulement quelques études systématiques concernant les aspects économiques détaillés des exploitations forestières tropicales sont disponibles et les conclusions qui peuvent en être tirées manquent souvent de fiabilité.

A ce stade, le manuel doit donc être considéré comme un moyen de planification, ni vraiment technique, ni vraiment économique de l'exploitation forestière, mais pouvant seulement donner une indication des coûts potentiels d'exploitation pour une unité envisagée, soit à la fois, les prix de revient d'une exploitation existante dont les données économiques et techniques ne sont pas facilement disponibles, et, avec plus de sureté, la possibilité d'établir une comparaison des aspects économiques de deux zones ou plus, ne serait-ce que parce que les évaluations faites séparément ont au moins suivi la même approche systématique.

1.3 Plan

Le manuel est composé de deux parties.

La Première partie comprend ce chapitre 1 et les chapitres 2 et 3 récapitulant les antécédants et donnant une introduction descriptive de la méthodologie adoptée.

La Deuxième partie représente la partie spécifique du manuel décrivant point par point la méthode d'évaluation. Elle est composée de 3 chapitres, le premier contient la méthode d'évaluation, condition préalable pour permettre les estimations ultérieures faisant l'objet des 2 chapitres suivants. Les calculs se rapportant à l'évaluation ont été scindés en deux chapitres uniquement parce qu'un seul aurait été trop chargé vu la nécessité d'un grand nombre de sous-calculs.

Les éléments essentiels de la méthodologie sont : le traitement spécial des données d'inventaire, le nouveau système de classification de terrain ainsi que l'identification et l'utilisation d'un certain nombre de données qui servent à classer les conditions pratiques dans lesquelles se dérouleront les opérations. Dans l'annexe 1 se trouvent les explications ainsi que les normes pour relever, traiter et utiliser les différentes données.

CHAPITRE 2

2. PRINCIPES GENERAUX POUR L'EVALUATION DES COUTS D'EXPLOITATION

2.1 Introduction

L'objectif de ce chapitre est de donner une base générale à l'évaluation des coûts d'exploitation pour une unité envisagée lorsqu'on ne dispose pas de données détaillées d'une étude de faisabilité.

Les principes de base de la méthodologie y sont indiqués ainsi que les références des différents paragraphes où est décrit le procédé pratique afin de la rendre effective.

2.2 La méthode d'exploitation

La méthode d'exploitation comprend un certain nombre d'opérations qui représentent chacune une phase de la production. Les éléments de base de la méthode sont les suivants :

Abattage - Façonnage (*Stump operations*), c'est-à-dire l'abattage des arbres et première mise en forme des grumes ("*tronçonnage*" ou lorsque seulement le tronc est séparé du houppier, "*étêtage*").

Débusquage - Débardage (*off-road transport*), c'est-à-dire le transport des fûts ou des grumes depuis la souche jusqu'à un point de rassemblement, le "*parc-bord route*". En général, seulement sur une courte distance (quelques centaines de mètres).

Opérations sur parc (*Landing operations*), c'est-à-dire plusieurs sous-opérations réalisées après le débusquage-débardage, mais préalables au transport principal. Le tronçonnage et l'ébranchage des grumes débardées jusqu'à leurs formes et dimensions définitives sont normalement les principales sous-opérations, toutefois, il peut y avoir également : l'écorçage, le cubage, le marquage, le traitement de préservation, etc ...

Chargement (*loading*) , c'est-à-dire le chargement sur un véhicule de transport des grumes façonnées sur parc.

Transport principal (*main transport*), c'est-à-dire le transport depuis le parc-bord route jusqu'à un point de livraison, le "*point de livraison*" où les grumes seront soit utilisées (exemple une scierie située dans le voisinage de la zone d'exploitation), ou soit expédiées pour être transportées plus loin jusqu'à un port d'embarquement par exemple. Le transport depuis le parc-bord route jusqu'au point de livraison peut varier de quelques kilomètres jusqu'à 30-50 km et même plus dans certains cas.

Déchargement (*unloading*), c'est-à-dire simplement le déchargement des grumes transportées au point de livraison.

Transport longue distance (*long distance transport*), c'est-à-dire le transport des grumes qui doivent être expédiées du point de livraison jusqu'à une autre destination. La distance à parcourir peut atteindre souvent plusieurs centaines de kilomètres.

Ce modèle de base ne peut servir pour toutes les exploitations. Il est évident que l'opération d'abattage-façonnage doit précéder toutes les autres opérations, mais dans certaines exploitations, le transport s'effectue directement depuis la souche jusqu'au point de livraison, ou bien les grumes peuvent être transportées directement depuis le parc-bord route jusqu'au port d'embarquement. Normalement, deux points de livraison (ou

plus) sont utilisés un pour les grumes à transformer localement (par exemple le parc à grumes d'une scierie locale) et un autre pour les grumes exports (par exemple la gare de marchandises d'une ligne de chemin de fer de l'Etat). Il peut se produire aussi que les grumes soient façonnées définitivement au lieu d'abattage, ou bien qu'elles ne le soient qu'une fois arrivées au point de livraison. Cependant, la plupart de ces variations par rapport au modèle de base ne dépendent simplement que d'une question de rupture de charge dans l'opération de transport ou de différents modes de transports. Les modifications sont étroitement liées aux différentes techniques employées.

2.3 Techniques d'exploitation

Un grand nombre de techniques très varié existe pour la réalisation pratique des diverses opérations ainsi qu'un nombre presque indéfini de combinaisons.

Beaucoup de ces techniques peuvent être considérées aujourd'hui comme dépassées malgré qu'elles soient encore utilisées çà et là ; par contre, d'autres sont tellement avancées qu'elles sont très rarement employées. Certaines sont limitées à des régions très restreintes.

L'*abattage* peut être exécuté seulement à la hache ou par une combinaison de la hache et de passe-partout manuels, ou bien, comme maintenant de façon pratiquement universelle, avec des scies à moteur (scies à chaîne). L'entaille d'abattage peut être située près du sol ou à plusieurs mètres au-dessus si l'arbre a des contreforts importants, auquel cas la construction d'un échafaudage est nécessaire pour le bûcheron. Par contre, lorsqu'une scie à chaîne est employée, l'abatteur coupe généralement au travers des contreforts à hauteur de poitrine.

Le tronc de l'arbre abattu est séparé du houppier (*"étêtage"*) et tronçonné (*"tronçonnage"*) soit pour éliminer les défauts ou les parties endommagées du tronc, par exemple une culée éclatée et/ou pour couper un tronc trop long afin de pouvoir le manipuler avec l'équipement de débardage. Généralement, la pratique admise est de limiter au minimum le tronçonnage sur le lieu d'abattage ("extraction par fût entier") en raison des conditions de travail difficiles ; cependant, les caractéristiques élémentaires des arbres tropicaux sont leurs grandes dimensions et leurs poids élevés, ce qui entraîne pratiquement toujours des opérations de tronçonnage. L'équarrissage des grosses grumes se pratique peu et l'ébranchage est rarement nécessaire.

Le *Débusquage - débardage* : Les grumes qui doivent être enlevées du lieu d'abattage, peuvent être tractées par des animaux, soit par des éléphants, des boeufs, des ânes, des chevaux au autres animaux domestiques locaux,ou soit même par l'homme . Le débardage par animaux limite invariablement la dimension des grumes à débarder, et de plus, une forêt tropicale offre rarement de bonnes conditions pour le travail animal. La mécanisation du débardage doit donc être considérée comme l'unique solution rationnelle à moins que ne l'emportent des conditions vraiment particulières.

Actuellement les tracteurs à chenilles sont probablement le matériel d'exploitation le plus couramment utilisé suivi de près par les tracteurs articulés à pneus. Les deux sont souvent employés en association. Le débardage par câble se pratique quelquefois, mais il n'est généralement pas économique sous les conditions tropicales. Il n'est employé que si les autres méthodes ne sont pas utilisables dans une zone qui, sinon, serait considérée comme inexploitable. Dans les forêts marécageuses, le débardage par câble peut être justifié, ou bien les grumes sont flottées, parfois attachées à des pirogues ou bien treuillées sur des barges ou des pontons et remorquées. L'enlèvement des grumes par hélicoptère ou ballon est pratiqué, mais cette méthode reste peu commune. Il est possible également de voir des combinaisons de ballon et de systèmes par câble où le ballon remplace le mât de haubanage.

Les grumes peuvent être traînées directement sur le sol ("*débardage par traînage*") ou partiellement relevées (avec ou sans "arche" et "*high lead*") ou bien transportées totalement isolées du sol (par exemple : "*débardage par tracteur porteur*" des grumes de petites dimensions et débardage par "*téléphérique*"). Le matériel de débardage peut se déplacer directement sur le sol forestier ou sur des pistes préparées à l'avance ; dans ce cas, ces pistes doivent invariablement être construites d'une manière très précaire et peu coûteuse afin que l'expression "*débardage*" *(Off road transport)* reste justifiée. L'utilisation de camions avec des treuils monte-grumes est assez courante et peut devenir plus importante lorsque les conditions de terrain sont favorables. A ce moment-là, le débardage et le transport routier sont réunis en une opération, ce qui économise une opération de chargement-déchargement.

Les grumes ne sont généralement pas chargées, mais simplement attachées au matériel de débardage, après seulement quelques manoeuvres avec le treuil sur le lieu même d'abattage.

Le déchargement après le débardage n'est qu'un simple lachage (*désélingage*) de la grume sur le parc, parfois suivi d'un rangement et d'une mise en place, mais rarement d'un véritable empilage.

Si les tracteurs à chenilles et les tracteurs articulés à pneus travaillent ensemble, il est habituel de laisser opérer le tracteur à chenilles de la souche jusqu'à un premier parc intermédiaire et le débardeur à pneus transporter les grumes de ce point jusqu'au parc-bord route. La "*mise en javelles*" est moins courante car les grumes sont généralement de taille suffisante pour former une charge complète.

Le *Chargement* : Avant le transport principal, les grumes doivent être chargées sur un véhicule ou dans le cas de transport par eau - mises à l'eau ou à bord d'une barge. De nombreux modèles de grues, de mâts de charge et de chargeurs spécialisés peuvent être utilisés ainsi que diverses méthodes pour pousser, rouler ou traîner les grumes jusqu'au véhicule ou jusqu'à la rivière. Un système simple, mais souvent employé, est de faire déposer les grumes par l'engin de débardage sur une rampe en terre ou constituée par un assemblage de grumes d'où un tracteur les pousse directement sur le camion. Des dispositifs autochargeurs, montés sur le véhicule de transport qui les actionne, sont également couramment employés.

Le *Transport principal* se prête également à un grand éventail de techniques.

Une méthode très courante, et dans beaucoup de cas très rationnelle, est le transport par camion à moteur diesel auquel est attelée une semi-remorque à tube, capable de transporter 25 - 35 tonnes. Cependant, il existe de nombreux types et marques de camions de différents poids. Les chemins de fer, à voie étroite, peuvent être maintenant considérés comme dépassés. Le transport par cours d'eau est très pratiqué dans certaines régions tropicales, et dans ce cas, les grumes sont flottées une par une, ou bien liées en radeaux, lesquels peuvent soit descendre par eux-mêmes les cours d'eau, soit être dirigés par une équipe ou par un remorqueur. Les grumes peuvent également être chargées sur des barges. Les combinaisons de transport par camion et par cours d'eau sont courantes. Une méthode de transport très particulière est le flottage des grumes dans des canaux étroits et peu profonds qui ont été creusés à la main ou ouverts à la dynamite.

Le *Déchargement*, après le transport principal, peut consister simplement à basculer la charge, mais afin de protéger le matériel et les grumes des détériorations, des matériels mécanisés sont habituellement utilisés. La plupart des engins de chargement servent aussi bien pour les opérations de déchargement.

Jusqu'à cette phase de la production et du transport des grumes, toutes les opérations ont été normalement sous le contrôle total de la direction de l'exploitation et

exécutées avec son propre matériel.

Si les grumes doivent être transportées plus loin, c'est-à-dire s'il est nécessaire d'employer un transport sur longues distances, le moyen habituel est d'utiliser les transports publics existants, d'abord et avant tout, les chemins de fer de l'Etat. Il est évident que dans ces cas-là, des opérations supplémentaires de chargement et de déchargement sont à prévoir ; de même, ce genre d'opérations ne peut pas être totalement contrôlé par la direction de l'exploitation et occasionne souvent un rendement et des estimations de coûts moins sûrs. C'est une des raisons pour laquelle comme il est mentionné dans l'introduction, *l'évaluation décrite dans ce manuel ne comprend pas le transport au-delà du point de livraison*.

2.4 Eléments de coûts

La méthode pour l'évaluation du prix de revient d'une exploitation donnée est de supposer un certain modèle d'exploitation (*"méthode d'exploitation"*) et les moyens (*ou les options techniques)* permettant d'exécuter les différentes opérations (*"techniques d'exploitation"*), et ensuite de chiffrer chaque opération et d'additionner les coûts. Il faut considérer, en plus des coûts d'opération, le prix de revient d'installation et d'entretien des routes nécessaires au transport ainsi que les frais généraux. Pour évaluer les coûts des routes et des frais généraux, il faut également supposer une certaine production annuelle (*"capacité de production"*) et de là, donner des précisions quant à la durée de l'exploitation (*"période d'exploitation"*).

En tenant compte d'abord de la méthode d'exploitation simplifiée indiquée dans le paragraphe 2.2 et en limitant l'évaluation aux opérations jusqu'au déchargement au point de livraison inclus, l'estimation du prix de revient comprend :

. *Abattage - façonnage*

. *Débusquage - débardage*

. *Opérations sur parc*

. *Chargement*

. *Transport principal*

. *Déchargement*

auxquels il faut ajouter :

Prix de revient des routes de transport (construction et entretien)

Frais généraux.

Pour toutes ces opérations, l'exécution (ou la production) nécessite un certain apport de main d'oeuvre plus un apport de machinerie. Ces deux facteurs sont quantifiés en unité de temps.

Le prix de revient de l'exécution de chaque opération (*"coûts de production"* tels que *"prix de revient de l'abattage"* , *"prix de revient du débardage"*, *etc ...*) peut être exprimé comme le prix de revient par unité de volume et calculé moyennant une estimation du prix de revient de ces deux apports temps, en faisant ensuite le rapport entre ces prix de revient combinés de temps et le volume produit pendant cette période.

Si au cours de l'opération, aucune machine n'est employée, seul le prix de revient de la main d'oeuvre est appliqué auquel il faut éventuellement ajouter le coût des outils. Dans certains cas, le coût des fournitures utilisées (par exemple les produits pour la préservation des grumes).

L'élément du prix de revient relatif au transport routier se basera sur un réseau routier normal de 2 ou 3 types différents dont le coût de construction est obtenu en fonction du prix de revient kilomètrique multiplié par la longueur estimée pour chaque type de routes nécessaires à l'ensemble de l'exploitation. Le prix de revient total est alors à répartir sur le volume total récolté ; ce qui donne un prix de revient par m3. Dans la pratique, le problème est plus complexe car le prix de revient total s'accumule au cours des années en fonction des coûts annuels qui sont rarement d'importance égale, et, par conséquent, non directement proportionnels au volume total récolté.

Le prix de revient des ponts et des buses doit être compris dans le coût de construction de la route, et dans certains cas, peut être assez important.

Les coûts d'entretien des routes concernent, en général, seulement les routes principales où roulent les camions d'une année sur l'autre. Le prix de revient annuel augmente progressivement à mesure que s'étend la route ; cependant le résultat est beaucoup plus compliqué parce que la longueur d'entretien de la route peut changer de manière importante de temps en temps, par exemple , lorsqu'un nouveau tronçon de route est ouvert ou un autre abandonné.

Des péages sur les routes publiques ainsi que sur les ponts sont possibles, aussi doivent-ils être inclus, de même que les coûts d'entretien obligatoire de ces routes.

En général, le prix de revient des routes est l'un des éléments les plus compliqués à calculer en détail, car il nécessite des inventaires sur le terrain et une expertise technique bien appropriés en plus des considérations quant aux taux d'intérêts sur les avances de capital qui doivent être faites.

Les frais généraux sont également à considérer. Ils doivent comprendre tous les postes de frais qui n'ont pas encore été inclus dans les coûts d'opérations individuelles, d'abord et avant tout, les coûts d'encadrement et de contrôle, ensuite les coûts opérationnels des véhicules administratifs, de même que les embarcations, les avions, les frais de bureau, les frais relatifs à la sécurité, les primes d'assurances, les impôts, les honoraires et autres taxes officielles, les frais d'ateliers (excluant la main-d'oeuvre et la consommation des pièces de rechange et matériaux, qui doivent être reportés au compte des coûts d'opérations des machines), les frais d'opérations des magasins, les frais d'inventaire annuels et tous les autres frais généraux.

Dans beaucoup de cas, une exploitation forestière peut être intégrée à un établissement industriel (scierie, usine de placage, etc ...), dans cette éventualité, certains frais d'administration, spécialement les frais généraux de direction sont à débiter proportionnellement au compte de l'exploitation forestière.

Les redevances et les droits d'exploitation qui sont payés par volume et/ou par unité de surface doivent être inclus, mais présentés séparément, surtout lorsque l'estimation du prix de revient a pour objectif d'évaluer une exploitation non encore installée, car cette estimation peut ensuite servir de fins dans la négociation des frais imposables.

Les frais d'installation, y compris le premier inventaire, la prospection, les dépenses de cartes et de plans sont à inclure également, mais présentés séparément afin d'être comptabilisés comme un amortissement annuel.

Pour calculer en détail les frais généraux, de nombreux sous-calculs sont nécessaires et pour une évaluation totale des coûts potentiels d'exploitation, il faut tenir compte beaucoup plus d'approximations arbitraires que pour n'importe quel autre élément de coût.

2.5 Eléments temps

2.5.1 Généralités

Il a déjà été signalé que l'évaluation du prix de revient se base fondamentalement sur une estimation des deux apports temps, c'est-à-dire le temps-homme et le temps-machine.

En conséquence, quelques commentaires et définitions sur les éléments temps et unités de temps sont nécessaires. Beaucoup de méthodes différentes pour analyser et quantifier les divers éléments temps sont utilisées, certaines sont très détaillées, par exemple pour définir les coûts exacts des opérations d'une machine. Le schéma suivant simplifie dans une certaine mesure ce problème réellement très complexe, en tenant compte d'une large évaluation de prix de revient qu'il est possible comparativement de déterminer. La terminologie et les définitions peuvent quelquefois différer de celles utilisées ailleurs.

2.5.2 Temps opérationnel annuel *(Operational time)*

Le "temps opérationnel annuel" correspond au temps total pour exécuter une opération donnée au cours de toute une année civile. Dans certains cas, l'exécution de l'opération est possible tout au long de l'année ; cependant, à ce moment là, l'expérience démontre en général des périodes de bas rendement. Ces périodes peuvent se révêler tellement fortes que l'opération devient impossible, ou du moins si peu économique, que le travail doit être interrompu pendant un certain temps. Les conditions climatiques sont en général le facteur déterminant qui rend impossible le travail d'une machine à plein rendement. Le "temps opérationnel annuel" peut comprendre une ou deux périodes séparées, rarement trois, dans une même année.

Le "temps opérationnel annuel" est à évaluer en mois civils et en nombre de *"jours de travail"*, c'est-à-dire les jours réellement oeuvrés. Il est sous-entendu que le nombre de jours de travail possible peut être réduit pendant certains mois, mais également augmenté lorsque le travail est effectué les dimanches et jours fériés, ce qui est très courant durant les périodes les plus favorables de l'année : le terme *"jour travaillé"* serait donc plus approprié.

Le *"jour de travail"*comprend un nombre d'*"heures de travail"* , cependant, il est nécessaire d'utiliser des termes plus précis dans le cas des unités d'heures.

2.5.3 Temps main d'oeuvre *(Labour time)*

Le nombre d'heures pendant lequel un ouvrier est à la disposition de l'exploitation peut être ou non fixé par le Code du travail, mais de toute façon, les heures de travail sont , en général, établies par jour et par semaine. Pour les ouvriers forestiers, les heures de travail rémunérées comprennent, en principe, le temps de transport pour se rendre sur le lieu de travail et le retour (*"temps campement à campement"*), ce qui peut parfois réduire de façon sensible le temps réellement travaillé. Elles peuvent également comprendre le temps prévu pour le repas quoique ceci soit moins courant. Les deux éléments temps peuvent être évalués très équitablement et, lorsqu'ils sont déduits du nombre total des heures de travail, le *"temps homme effectif"* est obtenu calculé en *"heures homme effectives"*.

Le "*temps homme effectif*" est ensuite estimé comme représentant le temps de présence de l'ouvrier sur le lieu de travail et pendant lequel il remplit activement la tâche qui lui a été assignée. Certains arrêts occasionnels, et généralement de courte durée pendant le travail, ne doivent pas être considérés comme temps perdu, mais plutôt comme une réduction de l'efficacité du travail qui, cependant est à prendre en considération, principalement lors de conditions tropicales où le climat est souvent défavorable au travail physique pénible. Quant aucune machine n'est engagée dans l'opération le *"temps homme effectif"*

détermine la production.

Les termes "*temps équipe*" et "*heure équipe*" sont, dans beaucoup de cas, plus conformes aux conditions pratiques. Ces termes sont synonymes de "*temps homme*" et "*heure homme*" et indiquent seulement que plusieurs ouvriers sont employés à produire le même volume. L'"*heure équipe*" est donc toujours une heure, mais peut comprendre plusieurs "*heures homme*", le "*prix de revient équipe*" représente donc la somme de ces "*coûts par homme*".

2.5.4 Temps de travail machine (Machine time)

Si une machine est employée, le "*temps machine effectif*", généralement appelé "*temps machine productif*" détermine la production. C'est le temps pendant lequel la machine travaille vraiment et comprend, par exemple dans le cas d'un tracteur qui débarde, les voyages en charge et à vide, de même que le temps d'élingage et de désélingage de la charge. Les "*temps morts*" sont exclus, c'est-à-dire le temps nécessaire à l'entretien journalier de routine, pleins de carburant, etc ..., mais le temps perdu par les retards tels que : les attentes pour que - les grumes soient prêtes à être débardées, - cessent les grosses averses, etc ..., est inclus et doit être pris en considération de la même manière que le temps équipe perdu à cause de la fatigue du travail, c'est-à-dire du rendement réduit.

Il est évident que la machine ne peut pas travailler, et par conséquent la production ne peut pas s'effectuer, si le conducteur ne la fait pas marcher. Cependant, le conducteur doit s'occuper également de l'entretien du tracteur : le "*temps machine productif*" est inférieur au "*temps homme effectif*" du conducteur et le "*temps machine productif*" peut donc être quantifié comme un certain pourcentage du "*temps homme effectif*" dont, en fait, il devra souvent dériver, de même les "*temps morts*" se baseront sur une estimation de ce pourcentage. Le total du "*temps machine productif*" s'appelle "*temps de travail disponible*"*(in shift time)*.

Dans le cas d'un tracteur ou d'un engin similaire, le "*temps machine productif*" est à peu près égal au temps durant lequel le moteur tourne et accumule des coûts opérationnels. En général, le moteur n'est pas arrêté durant les courtes périodes de temps perdu, et même lorsqu'il ne se déplace pas, le tracteur travaille toujours, car il a des"fonctions au terminal" , en particulier quand le treuillage de la charge est effectué lors du débusquage.

2.5.5 Temps de rotation (pour les camions seulement)

Les considérations précédentes ne s'appliquent pas à un camion qui, habituellement, n'a pas de fonctions au terminal, mais dont le temps de stationnement est souvent prolongé, par exemple si les conditions de chargement ne sont pas suffisamment adaptées à la capacité du camion, ou si le départ et l'arrivée des camions au parc ne sont pas bien coordonnés. Si la distance du transport est courte, le temps de stationnement au terminal peut proportionnellement être très important. Sur de longs parcours, le temps de stationnement est naturellement moins important par voyage, mais par contre, le temps de travail peut être alors gaspillé par le fait qu'il ne reste pas suffisamment de temps dans la journée pour effectuer le dernier voyage aller et retour.

Quand il s'agit de camions, des termes plus commodes relatifs au temps, sont habituellement donnés, à savoir : "*temps de rotation*" qui comprend le temps de chargement, le voyage en charge, le déchargement et le retour à vide ; le "*temps de stationnement*" qui fait partie du "*temps de rotation*" lorsque le camion est présent sur le parc bord-route forêt, ou sur le point de livraison, soit dans l'attente de chargement ou de déchargement ou soit en train d'être chargé ou déchargé, et le "*temps de roulage*" qui correspond alors au temps de parcours en charge et à vide.

2.5.6 Récapitulation des éléments Temps

Dans le Tableau 1, les éléments temps essentiels ont été récapitulés. Les commentaires suivants peuvent en être tirés :

(i) Pour un ouvrier payé journellement, le "*temps campement à campement*" est le temps correspondant à son salaire. Même s'il est payé sur une base hebdomadaire ou mensuelle, le salaire doit être calculé à nouveau sur une base journalière de "*campement à campement*" afin d'obtenir l'unité essentielle de prix de revient du temps, le "*prix de revient équipe*" par "*heure équipe effective*".

(ii) Les temps morts de l'équipe comprennent le temps de transport aller et retour au lieu de travail, les interruptions normales pour les repas, etc ..., mais non les pauses irrégulières dues à la fatigue du travail.

(iii) Pour toutes les opérations où des machines sont employées, un certain pourcentage du temps équipe effectif est consacré à leur entretien (entretien journalier, petites réparations, graissage, pleins de carburant, changement de chaînes- scies à chaines, etc ...). Pour les opérations uniquement manuelles, un certain temps est affecté à l'affûtage ou à l'entretien des outils.

(iv) Les retards dans le travail qui ne peuvent être prévus que jusqu'à un certain point, sont inclus dans le temps équipe effectif et doivent être pris en compte comme un rendement réduit de production plutôt que d'essayer de les quantifier en unités de temps. Ils peuvent être causés par n'importe quel incident qui empêche l'équipe d'utiliser tout le temps équipe effectif dans un travail opérationnel, tel que les attentes pour que - les grumes soient prêtes à être débardées, - arrive le carburant - cesse une averse, etc ... et, également les moments de repos imprévus de l'équipe au cours de la journée. L'importance des retards dans le travail dépend de l'organisation et de la coordination des opérations. Les opérations de chargement et de transport des camions sont spécialement vulnérables car l'équilibre optimum entre le nombre de camions employé et le temps de parcours est fréquemment bouleversé par les changements de distances et de vitesses .

(v) Le temps machine productif est aussi l'unité de temps pour calculer le prix de revient opérationnel d'une machine.

Les commentaires ci-dessus se rapportent principalement à l'évaluation des coûts des deux apports temps : temps équipe et temps machine.

Cependant les éléments temps doivent aussi être considérés par rapport à la production. Les commentaires suivants en tiennent compte :

(i) Dans l'opération d'abattage-façonnage, le temps équipe effectif comprend un certain nombre d'opérations avant que l'abattage soit effectivement réalisé : - repérer l'arbre à abattre, amener le matériel jusqu'à l'arbre, nettoyer les broussailles, et ensuite lorsque l'abattage et le tronçonnage sont terminés : - se déplacer jusqu'au prochain arbre. En plus, du temps est nécessaire pour affûter ou changer les chaînes des scies, pour l'entretien et le plein d'essence. Si les distances à parcourir d'arbre en arbre sont longues, c'est-à-dire si seulement quelques arbres sont abattus par hectare, il faut plus de temps pour le déplacement, et plus encore si le terrain est accidenté et ralentit la marche. Une autre part du temps équipe effectif est consacrée à l'abattage proprement dit , plus importante si l'arbre est de grand diamètre et encore plus si l'arbre est tordu et mal formé. Il se peut qu'occasionnellement du temps soit passé à faire tomber les arbres encroués ou bien à dégager la scie coincée. Le temps de tronçonnage dépendra donc de la taille du fût, de la façon dont il est positionné sur le sol et évidemment du nombre de découpes nécessaires.

TABLEAU 1

ELEMENTS TEMPS

Equipe — Temps campement à campement

Machine — Temps de travail disponible (*Temps de travail brut*)

ABATTAGE - FACONNAGE

Equipe — Temps morts équipe | Entretien de la machine | Temps équipe effectif: Préparatifs abattage, retards, attentes | abattage/tronçonnage

Machine — Temps morts machine | Temps hors travail disponible | Temps machine productif

---

DEBUSQUAGE - DEBARDAGE

Equipe — Temps morts équipe | Entretien de la machine | Temps équipe effectif: Chargement/Déchargement, voyage en charge/à vide retards, attentes

Machine — Temps morts machine | Temps machine productif en opération et retards, attentes

---

OPERATIONS SUR PARC

(Temps de travail machine (scie à moteur) = Temps équipe effectif)

Equipe — Temps morts équipe | Temps équipe effectif: Ecorçage, tronçonnage, cubage, etc .. retards, attentes

---

CHARGEMENT

Equipe — Temps morts équipe | Entretien de la machine | Temps équipe effectif: Marquage et cubage grumes, chargement, retards, attentes

Machine — Temps morts machine | Temps machine productif en opération et retards, attentes

---

TRANSPORT PRINCIPAL

Equipe — Temps morts équipe | Entretien de la machine | Temps équipe effectif: Temps chargement/déchargement | voyage en charge/à vide

Voyage aller et retour

Machine — Temps morts camion | Temps de stationnement repos, et retards, attentes | Temps de roulage en opération

---

DECHARGEMENT *(comme pour le chargement)*

Les propriétés physiques du bois ont une influence sur le temps d'abattage et de tronçonnage, par exemple la teneur en silice ou en latex augmente le temps d'abattage nécessaire, ainsi que les changements de chaînes, et par conséquent le temps d'entretien.

Il est évident qu'il n'est pas possible d'appliquer de règles générales au rapport entre le temps de préparation et le temps d'abattage proprement dit, mais dans les cas extrêmes, seulement 25 - 30 % du temps équipe effectif sont employés au fonctionnement de la scie, c'est-à-dire que le temps machine productif est réduit comparé au temps de travail effectif de l'équipe.

(ii) Ce n'est généralement pas le cas pour l'opération de débardage. Lorsque le conducteur a effectué l'entretien journalier de la machine, il fait marcher le tracteur pendant tout le reste de son temps de travail effectif, ce qui signifie que le temps machine productif est à peu près égal au temps équipe effectif moins les temps morts machine.

Le temps machine productif comprend le temps de chargement et de déchargement ainsi que le temps de parcours, c'est-à-dire le temps total de rotation. Ce temps de rotation dépend de beaucoup de facteurs différents, tels que les dimensions de la grume, les facilités de débusquage et de parcours (surface irrégulière en comparaison avec une surface uniforme, surface dure contre une surface molle, peu d'obstacles contre beaucoup d'obstacles du terrain, etc ...) et - le plus important - la distance de débardage.

(iii) Dans l'opération chargement, le temps machine productif est comparativement élevé. Cependant, en raison des difficultés pratiques de coordination entre la capacité de chargement et la rotation des camions, les retards dans le travail peuvent être, dans beaucoup de cas, assez importants. De plus, l'engin de chargement a souvent d'autres fonctions, telles que retourner les grumes sur le parc pour le tronçonnage ou l'écorçage, empiler les grumes, etc ...

(iv) L'unité de temps déterminante de la production pour l'opération de transport par camion est le temps de rotation qui comprend le temps de roulage et le temps de stationnement. Le temps mort du camion est inclus dans le temps de stationnement.

2.6 Prix de revient du Temps

2.6.1 Prix de revient de la Main-d'oeuvre

En général, le salaire de base pour un travailleur individuel est un taux fixé par jour, rarement à l'heure ou au mois. Les taux de salaire peuvent être déterminés par des conventions légales (habituellement des taux plancher). Les différences entre les niveaux de salaire des différentes catégories de travailleurs selon leur habileté, leur responsabilité et leur nature physique dans le travail sont importantes, mais pas toujours logiques.

Le personnel d'encadrement est généralement payé sur une base mensuelle.

Aux salaires de base s'ajoutent souvent d'autres versements directs, tels que la nourriture, les allocations familiales et de logement, les congés payés, les primes annuelles, etc ... S'il existe des avantages, leur coût doit être inclus dans le prix de revient total de la main d'oeuvre : logement et transport gratuits, matériel de sécurité, assurance-accidents, soins médicaux, retraites.

Il sera difficile, dans beaucoup de cas, de faire une évaluation exacte des charges indirectes car des renseignements plus détaillés sont nécessaires.

Il est souvent plus facile d'évaluer le prix de revient horaire en fonction d'un emploi annuel à plein temps. Si le temps opérationnel annuel possible est réellement inférieur

à une année, il est estimé que le travailleur est employé à d'autres tâches pendant les périodes hors saison, ce qui, dans le fond, est une pratique courante.

L'évaluation du prix de revient du temps essentiel: le prix de revient de l'équipe par heure équipe effective nécessite des estimations séparées pour :

(i) la composition de chaque catégorie d'équipe ;

(ii) le prix de revient total par membre de l'équipe durant la période opérationnelle;

(iii) le nombre total d'heures de l'équipe durant la période opérationnelle.

L'évaluation pratique du prix de revient de la main-d'oeuvre sera montrée sous forme de normes indiquées dans les calculs préalables, de la Partie 2, au Chapitre 5.

2.6.2 Prix de revient machine

Les prix de revient machine peuvent être calculés aux moyens de formules types dont il existe une grande variation d'usage courant. Les résultats obtenus à partir de ces différentes formules sont, en général, assez logiques.

Pour tous les engins sauf les camions, l'unité du prix de revient souhaitée est le prix de revient par heure machine productive, comprenant le prix d'acquisition ainsi que les frais de fonctionnement. Les postes du prix de revient sont :

amortissement

intérêts

assurance

impôts sur les véhicules

carburant

lubrifiant

entretien et réparations.

Pour les camions, les éléments temps pour le calcul du prix de revient sont le temps de stationnement et le temps de rotation, en fonction de quoi, le prix de revient Temps comprend "*le prix de revient de stationnement*" et "*le prix de revient de rotation*", les unités étant respectivement les coûts par "*heure de stationnement*" et par "*heure de rotation*".

L'évaluation pratique des différents prix de revient machine sera également montrée dans la Partie 2, au Chapitre 5.

2.7 Calculs de production

2.7.1 Généralités

D'après les paragraphes précédents, il apparaît que les prix de revient par unités de temps, de l'équipe par heure-équipe, et de la machine par heure-machine peuvent être calculés séparément et que de plus, le rapport entre le temps-machine et le temps-équipe peut être évalué. Cela signifie qu'il est possible de calculer le montant total de ces deux prix de revient temps pour une heure opérationnelle.

Donc, lorsque le volume produit pendant une heure opérationnelle est calculé, il est possible d'obtenir le prix de revient du temps total par mètre cube, c'est-à-dire le prix de revient de la production par mètre cube.

Dans les paragraphes suivants, des méthodes générales sont données pour calculer les différents volumes de production.

2.7.2 Abattage - Façonnage

Il a déjà été indiqué que la répartition du temps entre les différents éléments opérationnels est assez complexe. Afin d'effectuer une évaluation détaillée de la production à l'abattage, par exemple, le nombre d'arbres abattus, tronçonnés et prêts à être débardés, une quantité de données spécifiques est nécessaire, qui dépasse de beaucoup les possibilités pratiques d'une évaluation du prix de revient global. Cependant un calcul très détaillé peut ne pas être utile dans le cas de l'opération d'abattage-façonnage car l'expérience prouve que le prix de revient de cette opération est faible par rapport au prix de revient des autres postes.

La méthode d'évaluation de la production de l'opération d'abattage-façonnage telle que retenue ici, simplifie considérablement le problème ; cependant, la base du calcul a été obtenue à l'aide d'un grand nombre d'observations pratiques qui, dans la plupart des cas, conduisent à des approximations suffisamment sûres.

La quantification de la production s'obtient de la manière suivante :

(i) une série de graphiques (voir partie 2, chapitre 5 CP 9.1.1.) donnera "*le temps de base opérationnel* " par arbre d'un diamètre donné (DHP) , lequel comprend le temps nécessaire à toutes les fonctions que doit effectuer l'équipe pour préparer un arbre au débardage, c'est-à-dire en plus de l'abattage, de l'étêtage et d'un certain tronçonnage limité, le repérage et le déplacement jusqu'à l'arbre, le nettoyage des alentours, l'entretien de la scie, et l'élimination d'un nombre présumé d'arbres encroués, etc ...

(ii) le volume par arbre d'un diamètre donné est connu par les données d'inventaire, il est donc possible d'en déduire le temps par mètre cube ainsi que le volume produit par heure.

(iii) des ajustements sur le volume calculé doivent être effectués afin de tenir compte des besoins considérables possibles au tronçonnage, de l'importance des contreforts et de l'éventualité d'un plus grand nombre d'arbres abattus qu'utilisés. L'ajustement en fonction des difficultés de terrain est intégré dans un graphique spécial et s'applique à chaque classe de terrain.

Il faut noter que la production dans l'opération d'abattage-façonnage est basée sur le temps équipe effectif.

L'évaluation pratique du volume de la production sera montrée dans la Partie 2, au chapitre 5, CP 14.1.

2.7.3 Débusquage - débardage

La productivité d'un tracteur employé au débardage de grumes abattues et tronçonnées depuis la souche jusqu'au parc peut être quantifiée moyennant (a) le temps nécessaire à une rotation complète et (b) le volume transporté pendant ce temps.

Le temps nécessaire comprend l'élingage de la charge - en général après un certain treuillage à la souche - et le désélingage de la charge au parc pouvant être suivi par une certaine mise en place des grumes destinée à les ranger de façon ordonnée pour faciliter le tronçonnage ainsi que le trajet en charge depuis la souche jusqu'au parc et le retour à vide jusqu'au prochain arbre à débarder.

Le temps de trajet nécessaire, comme il a déjà été défini, dépend de plusieurs facteurs : la longueur de la distance à parcourir, le terrain - plat ou bien avec des pentes raides, - ferme et offrant une bonne portance et friction, - ou bien mou obligeant le tracteur à s'embourber ; la surface lisse ou bien accidentée avec des creux et des bosses, la présence d'obstacles tels que roches ou chablis forçant le tracteur à dévier fortement de la ligne droite. Egalement, le poids de la charge et sa facilité à être manipulée (une ou plusieurs grumes par chargement, grumes droites ou tordues). Le temps de mise en place de la charge dépend de la facilité de débusquage et du nombre de grumes pour constituer un chargement complet. En plus, tous les éléments temps dépendent naturellement du type de machine et, ce qui n'est pas le moins important, de l'habilité du conducteur à surmonter les nombreuses difficultés.

Tandis qu'il est comparativement simple d'évaluer une opération en cours de fonctionnement et de calculer des chiffres valables de production moyenne, le problème pour estimer une opération potentielle de manière détaillée est assez compliqué et exige une connaissance d'un grand nombre de données spécifiques dont quelques unes s'expliquent à partir des commentaires ci-dessus.

Pour une évaluation globale, il est donc à nouveau nécessaire de simplifier le problème et pour une large part de généraliser en prenant comme base les données statistiques obtenues par d'autres exploitations. Cependant , il faut tenir compte jusqu'à un certain point des conditions dominantes dans la zone d'évaluation car elles peuvent varier considérablement d'un endroit à l'autre, voire même dans la zone elle-même. En règle générale, le prix de revient du débardage pèse lourdement sur le prix de revient global.

La production de l'opération avec tracteur s'obtient de la manière suivante :

(i) deux séries de graphiques indiquent respectivement le temps de trajet par rotation pour un tracteur à chenilles et un tracteur articulé sur pneus (voir dans la Partie 2 au chapitre 5, CP 9.2.1 et CP 9.3.1). Chaque graphique s'applique à une classe précise de difficultés de terrain et à des distances spécifiques de distance dans un seul sens ;

(ii) des indications sont également données concernant le temps nécessaire à l'élingage et au désélingage ("*temps terminal*") par rotation ;

(iii) le temps de base par rotation est ainsi obtenu ;

(iv) cependant, le temps de trajet doit être ajusté en fonction des facteurs influents autres que les difficultés de terrain et la distance de débardage qui sont incluses dans les graphiques. Parmi ces nombreux facteurs, quelques uns , les plus significatifs, ont été retenus et quantifiés, comme il est expliqué plus loin ;

(v) La taille de la charge est définie à partir d'un tableau de charges moyennes pratiques, chacune s'appliquant à une classe déterminée de difficultés de terrain ;

(vi) Lorsque l'ajustement du temps de rotation ainsi que la taille de la charge sont définis, comme il est indiqué ci-dessus, la production horaire peut être calculée. Il est bien entendu que l'unité de temps dans ce cas est "*l'heure machine productive*" du tracteur.

L'évaluation pratique du volume de production sera montrée dans la Partie 2, au chapitre 5 CP 14.2.

2.7.4 Opérations sur parc

Le terme "*production*" ne s'applique totalement qu'à l'opération d'abattage. Dans le débardage, il s'agit simplement de déplacer le volume abattu , et pour les opérations sur parc, de réduire même ce volume.

Les opérations sur parc comprennent, comme il a été mentionné précédemment, un nombre de sous-opérations dont certaines ont été retenues parmi les plus importantes et les plus courantes.

Les sous-opérations choisies sont : le tronçonnage, l'écorçage, le marquage et le traitement de préservation.

(i) Le Tronçonnage

Pour quantifier l'apport de temps nécessaire, il faut calculer initialement le nombre de découpes nécessaires au façonnage de la grume pour arriver aux dimensions et présentation finales, et ensuite - en appliquant des valeurs types de rendement horaire établies par l'expérience pratique - calculer le volume qui doit être tronçonné par heure homme effective dans des circonstances données.

Le nombre moyen de billes par grume est connu en tenant compte des données de base du peuplement, de l'arbre et de la grume, comme expliqué dans un paragraphe précédent. Cependant, il ne faut pas en conclure que le nombre de découpes correspond ou se rapporte directement au nombre de billes produites car le partage d'une grume en deux, peut très bien exiger trois tronçonnages ou plus et, même une grume qui n'est pas divisée du tout, peut nécessiter deux découpes pour rafraichir les extrémités ou pour obtenir une longueur précise.

Pour une évaluation pratique, il faut simplifier et par conséquent les normes fourniront plusieurs valeurs types de rendement horaire au tronçonnage qui dépend du nombre moyen de billes obtenues par grume ainsi que du diamètre moyen des grumes. L'unité de temps est l'heure équipe effective.

(ii) L'écorçage

Dépendant de la tendance individuelle de l'essence à l'attaque des insectes, mais souvent seulement dû aux habitudes locales ou aux exigences des acheteurs, un certain pourcentage des grumes exploitées a généralement besoin d'être écorcé. L'enlèvement de l'écorce peut être plus ou moins difficile, tout dépend du type d'écorce. L'écorçage s'effectue d'habitude avec des outils manuels simples.

L'évaluation du prix de revient doit être basée sur des valeurs estimées à partir des besoins d'écorçage et sur des statistiques provenant de l'expérience pratique relatives à l'écorçage par heure. L'unité de temps est l'heure homme effective.

Le prix de revient doit comprendre les frais d'outillage.

(iii) Le cubage et le marquage

Cette opération est considérée comme obligatoire et les normes doivent comprendre des valeurs statistiques établies d'après l'expérience pratique sur les capacités de travail à l'heure. L'unité de temps est l'heure équipe effective.

Le prix de revient doit comprendre les coûts des matériels.

(iv) Les traitements de préservation

Bien que l'exploitation rationnelle sous les conditions tropicales permette l'enlèvement des grumes depuis la souche jusqu'au parc-bord route, puis de ce parc jusqu'au point de livraison dans un délai minimum, les traitements de préservation sous forme d'aspersion d'insecticides et/ou d'hydrofugation de boue, sont pratiquement obligatoires. Le stockage des grumes dans l'eau , lorsque cela est possible, peut remplacer

les traitements.

Le rendement, comme pour le cubage et le marquage, doit être quantifié à l'aide des valeurs statistiques établies par l'expérience pratique sur les capacités horaires par équipe.

Le prix de revient éventuellement calculé doit inclure le prix des insecticides et l'amortissement des pistolets d'aspersion, etc ...

Le procédé pratique pour l'évaluation de la production - ou plutôt du rendement - de toutes les opérations sur parc sera montré dans la Partie 2 , au Chapitre 5, CP 14.3.

2.7.5 Chargement

La capacité estimée des différentes machines de chargement peut s'obtenir d'après les renseignements statistiques disponibles. La production horaire et, donc le coût du chargement au mètre cube, s'il est calculé sur cette base, peut conduire à de fausses conclusions.

Le fait est que la capacité possible de chargement et la rotation des camions sont rarement coordonnées afin d'éviter les fréquentes interruptions pendant le temps réel de chargement. Le prix de revient doit donc être basé de préférence sur un "*temps d'attente*" et sur un "*temps actif de chargement*". Mais, à ce moment là, le calcul peut être un peu trompeur, car en pratique, le chargeur est prévu pour effectuer d'autres fonctions nécessaires telles que : retourner et ranger les grumes pour le tronçonnage et l'écorçage, pour le tri et l'empilage des billes façonnées, de sorte que la machine ainsi que l'équipe peuvent réellement travailler la plupart du "*temps d'attente*" , ce qui occasionne des frais machine supplémentaires qui n'ont pas été pris en compte.

Il est plus approprié d'estimer que la machine travaille pendant tout le temps disponible, ne consacrant qu'une certaine partie au chargement, le reste étant réservé à des travaux auxiliaires. Cependant pour des raisons de simplification de calcul, le coût total peut être affecté au chargement.

2.7.6 Le transport principal

Le facteur temps qui détermine la production pour un camion grumier est le temps de rotation basé sur le volume connu par chargement, et par conséquent, il est possible d'obtenir le prix de revient du temps par m3.

La dimension de la charge peut être estimée en prenant comme base les données statistiques disponibles se rapportant au type de camion utilisé. Les problèmes pratiques pour l'évaluation du prix de revient dépendent simplement de l'estimation du temps de rotation en fonction de (a) la distance de transport,(b) la décomposition de la distance de transport suivant les différentes classes de routes établies à partir des différentes vitesses de trajet et (c) le rapport entre le temps de stationnement et le temps de roulage.

2.7.7 Le déchargement

Cette opération est plus simple et donc moins coûteuse que le chargement ; cependant, le temps de stationnement peut être moins facilement employé à des travaux annexes. Le coût du chargement au m3 est, comme il a été dit précédemment, un peu exagéré bien que le prix de revient total peut être considéré comme réel. Il est supposé qu'une approximation raisonnable du prix de revient du déchargement est obtenue en estimant qu'il est égal à 75 % du prix de revient de chargement et, en ne séparant pas pour le calcul le temps et la production.

2.8 Evaluation du Prix de revient

2.8.1 Généralités

En se référant aux paragraphes précédents, il est possible de décomposer l'ensemble de la méthode d'exploitation en plusieurs opérations, à savoir :

Abattage - façonnage

Débusquage - débardage

Opérations sur parc

Chargement

Transport principal

Déchargement

auxquelles s'ajoutent les opérations annexes :

Construction et entretien des routes

Frais généraux (Direction, encadrement, etc ...)

Concernant ces opérations, elles peuvent être quantifiées en deux apports : temps main-d'oeuvre et temps-machine exprimés en heures.

De plus, il a été démontré qu'il était possible de chiffrer le coût de ces deux apports temps par unité de temps et, par conséquent des apports eux-mêmes. La somme de ces deux coûts représente le prix de revient total de l'opération.

Finalement, il est observé que la production ou le rendement de chaque opération peut être quantifié en nombre d'unités de volume produit ou manipulé pendant ce temps.

Dans ce cas, le coût de production par unité de volume peut se calculer en divisant simplement le prix de revient total par le volume obtenu.

2.8.2 Formules de coût

a) En laissant de côté tout d'abord les considérations particulières imposées par les éléments Temps de l'opération transport par camion, l'évaluation, comme il a été mentionné précédemment, peut s'exprimer par la simple formule :

$$\text{Coût par m3} = \frac{CT \times C_c + MT \times C_m}{Vm}$$

où

CT = le temps équipe effectif, estimé en heures équipe effectives nécessaires pour produire le volume V , exprimé en m3.

MT = le temps machine productif, estimé en heures machine productives nécessaires pour produire le volume V, exprimé en m3.

C_c = le coût équipe par heure équipe effective

C_m = le coût machine par heure machine effective

V = le volume en m3 produit pendant le temps opérationnel qui comprend les deux éléments temps : CT et MT

Cette formule peut se réduire en divisant par le temps machine productif :

$$\text{Coût par m3} = \frac{C_c \times \frac{CT}{MT} + C_m}{v_m}$$

où :

v_m = le volume produit par heure machine productive

La réduction signifie seulement que les deux facteurs temps ainsi que le volume sont exprimés sur la même base, c'est-à-dire par heure machine productive.

Cependant le quotient $\frac{CT}{MT}$ est connu puisque le temps machine représente un pourcentage sûr du temps équipe évalué sur des données pratiques.

$$MT = \beta \times CT \text{ ou } \frac{CT}{MT} = \alpha \quad (\text{c'est-à-dire } \alpha = \frac{1}{\beta})$$

où :

β = le temps machine en pourcentage du temps équipe, exprimé en décimales ($\beta < 1$)

α = la réciproque du pourcentage du temps machine ($\alpha > 1$)

La formule de base peut donc s'inscrire de la façon suivante :

$$\text{Coût par m3} = \frac{C_c \times \alpha + C_m}{v_m} \qquad (1)$$

où :

C_c = le prix de revient équipe par heure équipe, calculé en considérant la composition de l'équipe, le montant du prix de revient total de chaque membre de l'équipe et le nombre total d'heures équipe effectives comprises dans le prix de revient.

α = s'obtient en estimant le temps machine réellement applicable d'après les valeurs moyennes établies par l'expérience pratique, du pourcentage de temps équipe dont est calculée la valeur réciproque.

C_m = le prix de revient de la machine par heure machine productive qui s'obtient d'après les formules types disponibles.

v_m = la production ou le rendement exprimé en m3 par heure machine productive qui peut être calculé également d'après les formules types.

Cette formule convient lorsque le volume est calculé sur la base du temps machine productif.

Par contre, si le volume est calculé sur la base du temps équipe effectif, elle se rédige d'une manière plus pratique :

$$\text{Coût par m3} \quad \frac{C_c + C_m \times \beta}{v_c} \qquad (2)$$

où :

β = le temps machine en pourcentage du temps équipe, exprimé en décimales ($\beta < 1$)

v_c = le volume produit par heure équipe effective

Si aucune machine n'est employée, la formule se réduit simplement à :

$$\boxed{\text{Coût par m3} = \frac{C_c}{v_c}} \qquad (3)$$

b) Quand il s'agit d'un camion, la production se base sur le temps de rotation, mais en calculant le prix de revient de l'apport temps machine, le temps de rotation est décomposé en temps de stationnement et en temps de roulage. Le temps équipe effectif est égal au temps de rotation, étant donné que le temps mort machine est compris dans le temps de stationnement.

Le coût par m3 peut donc s'exprimer par la formule suivante :

$$\text{Coût par m3} = \frac{TR \times C_c + TS \times C_{ST} + TT \times C_{TT}}{\mathcal{L}}$$

où :

TR = le temps de rotation en heures

TS = le temps de stationnement en heures

TT = le temps de roulage en heures

C_c = le prix de revient de l'équipe par heure équipe

C_{ST} = le prix de revient par heure de stationnement, excluant le prix de revient de l'équipe

C_{TT} = le prix de revient par heure de roulage, excluant le prix de revient de l'équipe

$\mathcal{L}$ = le chargement transporté par rotation, exprimé en m3.

En tenant compte des formules précédentes, une simplification peut s'obtenir en divisant par le temps de rotation :

$$\text{Coût par m3} = \frac{C_c + s \times C_{ST} + t \times C_{TT}}{\ell} \qquad (4)$$

où :

"s" et "t" sont le temps de stationnement et le temps de roulage, exprimés tous les deux en pourcentage du temps de rotation (en décimales)

ℓ = le chargement transporté par heure de rotation.

Les divers composants de la formule sont connus de la manière suivante :

TP, TS and TT doivent être calculés en prenant comme base les distances de transport connues sur les différents types de routes (*connus*) ainsi que les vitesses de trajet établies d'après l'expérience pratique sur ces différents types de routes.

C_c = le prix de revient de l'équipe par heure équipe effective est calculé, comme précédemment, sur la base de la composition de l'équipe, le prix de revient de l'équipe et le nombre d'heures équipe effectives.

C_{ST} et C_{TT} = les prix de revient par heure de stationnement et par heure de roulage peuvent être respectivement calculés en appliquant la formule type se rapportant au coût machine du camion.

ℓ = le chargement complet par rotation est connu comme une valeur moyenne établie par l'expérience pratique, et ℓ est une valeur un peu abstraite de "*chargement par heure de rotation*" obtenue en divisant le chargement par le nombre d'heures par rotation.

c) En récapitulation de ce qui précède, et pour souligner les commentaires faits préalablement sur les unités de temps pour les calculs de production, le tableau suivant est à appliquer :

Opération	Production obtenue sur la base de :	Formules de prix de revient
Abattage - façonnage	Temps équipe effectif	(2)
Débusquage - débardage	Temps machine productif	(1)
Opérations sur parc	Temps équipe effectif	(2) (tronçonnage) (3) (autres sous-opérations)
Chargement	Temps machine productif	(1)
Transport principal	Temps de rotation	(4)
Déchargement	n.a.	le prix de revient est calculé comme 75 % du prix de revient du chargement

2.8.3 Prix de revient des routes

Le prix de revient des routes, comprenant les coûts de construction et d'entretien des routes, des ponts et des buses, est - comme il a déjà été mentionné - assez compliqué à évaluer de façon détaillée, et également difficile à répartir sur le volume produit pour arriver à un prix de revient au m3. Les complications surviennent du fait que les coûts des routes s'accumulent pendant toute la période d'exploitation sous forme de paiements annuels de montants inégaux. Les variations du prix de revient de construction annuel proviennent des besoins de différentes longueurs par année - selon le volume de coupes annuelles abattues - et des différents prix de revient par unité de longueur - selon la topographie et les conditions de terrain.

L'évaluation totale du prix de revient des routes pour une future exploitation dont il n'a pas été effectué de planification du réseau routier, doit nécessairement être basée comparativement sur peu de données exactes, et sur de larges généralisations.

Le prix de revient des routes ne peut pas s'évaluer au moyen d'une simple formule, mais nécessite un certain nombre de sous-calculs pour déterminer :

(i) la longueur total du réseau routier ;

(ii) la répartition de la longueur totale du réseau routier entre les différents types de route ;

(iii) le coût de construction par kilomètre de route de différents types ;

(iv) le volume ayant servi pour établir le réseau routier, si possible par tronçon ;

(v) la longueur de route à entretenir chaque année et les frais d'entretien annuels par km.

2.8.4 Frais généraux

L'évaluation des frais généraux exige également un certain nombre de sous-calculs, qui, si une grande exactitude est désirée, constituent une tâche importante et demandent un nombre considérable de données spécifiques. Il est souvent nécessaire d'estimer qu'un certain pourcentage des coûts totaux est supposé couvrir l'ensemble des frais généraux.

2.9 Récapitulation

La complexité de la méthode d'exploitation due à différentes possibilités dans la succession des opérations et aux nombreuses options techniques et combinaisons qui peuvent être envisagées, accentue la nécessité de fixer, en premier lieu, un schéma d'exploitation spécifique pour servir de canevas à l'évaluation du prix de revient. Dans ce manuel, seules ont été considérées quelques options techniques. Le schéma qui doit être choisi pour chaque cas, devra autant que possible concorder avec l'exécution du point de vue pratique.

Le prix de revient est ensuite évalué en estimant pour chaque opération l'apport nécessaire en main-d'oeuvre et en machine, en chiffrant le coût des apports temps et en calculant la production obtenue durant ce temps.

Des valeurs moyennes recueillies sur le terrain concernant les apports temps nécessaires sont disponibles ainsi que des chiffres de production, mais le problème est de choisir les valeurs les mieux appropriées aux circonstances données. Le choix doit se baser sur les facteurs les mieux évalués et les plus influents tels que le volume abattu par hectare, le volume par grume débardée, le diamètre moyen des arbres abattus, etc ... (*"données du peuplement, de l'arbre et de la grume"*) ainsi que les conditions globales de terrain définies à partir des mesures de pente.

Ces deux séries de facteurs peuvent varier considérablement d'une partie à l'autre de la zone et le besoin de choisir différentes sortes de valeurs pour différentes parties de la zone est donc indiqué, c'est-à-dire qu'il apparait nécessaire de subdiviser la zone en unités plus petites dont les facteurs ont à peu près le même impact et correspondent à une série de valeurs en apport temps et en chiffres de production spécifiques à cette zone.

Cependant les apports types temps et les chiffres de production correspondants, choisis sur cette base, sont encore trop vastes pour permettre une évaluation satisfaisante du prix de revient d'une zone donnée. Il faut également prendre en considération quelques *"facteurs d'environnement"* (conditioning factors) qui ont de l'influence, bien que n'ayant généralement pas le même impact ou tout du moins leur effet n'est pas aussi évident que celui des deux premiers mentionnés. Cependant, cet impact peut occasionnellement être assez important. Les facteurs de ce genre sont : sous-bois épais, surface irrégulière, terrain de portance limitée, présence de rochers, etc ... qui tous gênent l'exécution des opérations sur le terrain. Les caractéristiques du bois ou des espèces telles qu'une grande proportion de silice ou latex, de gros contreforts, une écorce épaisse, etc ... sont des facteurs d'influence contraire pour l'abattage et la facilité de la coupe.

Ces nombreux facteurs obligent à n'en considérer que quelques uns, car en plus de leur nombre, ils sont aussi souvent difficiles à évaluer sur le terrain, ou tout du moins d'une manière pratique ; de plus, la quantification de leur impact une fois qu'ils sont bien évalués, pose des problèmes.

Il est nécessaire évidemment de connaître quelques données complémentaires : Données économiques, telles que les taux de salaires de base des différentes catégories de travailleurs, le prix de revient des différentes catégories de machines et de matériel, taxes à l'importation, etc ... Les différentes Données sur le réseau routier pour estimer moitié le prix de revient des routes, moitié le prix de revient de transport, Données climatiques en vue d'estimer la durée du temps de travail annuel et la productivité.

Dans le chapitre suivant, des approches seront faites pour préciser quelle information est considérée comme essentielle, et comment obtenir, traiter et présenter les données nécessaires. Ce chapitre sert d'antécédent général pour la méthode réelle d'évaluation qui est expliquée en détail dans la Partie 2 de ce manuel.

CHAPITRE 3

3. BESOINS, RELEVE ET TRAITEMENT DES DONNEES

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, il sera précisé quelles sont les données nécessaires à l'estimation globale des prix de revient, et de brèves descriptions seront faites pour relever et traiter les données.

La méthode d'évaluation du prix de revient global, comme proposé dans ce manuel, prévoit qu'une certaine quantité de données déjà traitées est disponible et peut être utilisée pour certains sous-calculs ou directement dans les formules de production et de coût. Au sens strict, le relevé et le traitement de ces données de base ne sont pas concernés par l'évaluation du prix de revient comme tels, cependant une brève description facilite la compréhension de la méthode d'évaluation et permet des modifications et des rectifications lorsque les instructions de ce manuel ne s'adaptent pas complètement aux situations.

Les catégories de données de base qui sont nécessaires pour commencer l'évaluation du prix de revient sont :

Données descriptives globales :

Données géographiques

Données topographiques

Données sur le sol

Données climatiques

Données sur la forêt

Données de pentes *(Classification de terrain)*

Données spécifiques à l'exploitation

Données sur le peuplement, l'arbre et la grume

Valeurs des facteurs d'environnement

Données sur le transport routier et les accès

Données économiques et socio-économiques

Données économiques en général (monnaie, taux d'intérêts, etc ...)

Equipement et matériel (prix d'achat, frais de manutention, règles et taxes à l'importation, primes d'assurance, etc ...)

Taxation (droits de concession, taxes sur la valeur du bois sur pied, etc ...)

Main-d'oeuvre (salaires, primes, législation).

Les données économiques et socio-économiques s'appliqueront à toute la zone d'évaluation tandis que les données spécifiques à l'exploitation doivent correspondre aux unités géographiques plus petites, les Unités d'évaluation, car il est souvent trouvé à l'intérieur d'une même zone toute une gamme de données de valeurs très différentes.

3.2 Données descriptives globales

En premier lieu, ces données servent à repérer géographiquement la zone d'évaluation et à donner une large description générale des conditions globales où s'effectuera l'exploitation. En dehors du fait qu'elles permettent une classification initiale, les données orientent à définir les techniques ou les options possibles et à estimer les périodes annuelles d'exploitation.

Normalement, le rapport d'inventaire donnera une description compréhensible dont il est possible d'en extraire les données spécifiques nécessaires. Ces données sont répertoriées dans les Données de Base, de la partie 2, au Chapitre 4, DB 3. Ce chapitre peut servir à l'équipe d'inventaire comme liste de vérification des données qui devraient au moins être fournies.

Les données seront obtenues à partir d'Atlas, de cartes topographiques et de photographies aériennes, de documents géographiques, topographiques et botaniques généraux sur la région et/ou sur la zone, de statistiques climatiques, etc... Tous ces renseignements dûment complétés par des observations sur le terrain faites au cours de l'inventaire.

3.3 Classification de terrain (Evaluation de pente)

Une classification de terrain basée sur les variations de pente peut être obtenue à partir d'observations cartographiques, de photo-interprétation, ou aux moyens de mesures sur le terrain. Ces deux premières méthodes donnent une "*macrodescription*" du terrain tandis qu'une classification basée sur les relevés de terrain donne beaucoup plus de détails, car elle fournit une "*microdescription*" du terrain, et indique beaucoup mieux les conditions que le matériel est susceptible de rencontrer dans la zone.

Une classification de terrain "*microdescriptive*" basée sur des principes récemment développés par le C T F T a été choisie et il est conseillé d'inclure dans les futurs inventaires, ce qui est nécessaire au relevé et au traitement des données correspondantes.

Pour plus de détails sur les principes et l'application pratique du système, se référer à l'Annexe 1 (*1*).

Les implications pratiques peuvent se résumer comme suit :

(i) On introduit un système de classification de terrain, comprenant 5 classes ou degrés différents de difficultés par rapport aux conditions de terrain où s'effectueront les opérations pratiques. (*2*)

(ii) La zone est divisée en un certain nombre d'unités de surface géographiquement identifiables, chacune appartenant à une des classes de difficultés de terrain indi-

---

(1) Se reporter à la bibliographie pour l'explication complète du système.

(2) Comme la "limite" entre les classes 4 et 5 n'est pas suffisamment différenciée (ces deux classes représentant le plus haut degré de difficulté), seules 4 classes sont utilisées, les deux classes les plus opposées étant réunies en classe 4.

quées ci-dessus.

3.4 Division de la zone (Unités d'évaluation)

La division de la zone en unités de surface des différentes difficultés de terrain peut constituer un découpage suffisant de la zone si d'autres conditions n'ont pas besoin d'être prises en compte.

Cependant la densité du peuplement exploitable est un autre facteur important qui influe sur la productivité de l'exploitation et donc sur l'économie. Si la densité du peuplement varie considérablement dans une zone donnée, il peut s'avérer utile d'effectuer une nouvelle division en tenant compte des données du peuplement.

En pratique, ceci peut être réalisé par la photo-interprétation ou par le traitement des données de l'inventaire suivant des concepts spéciaux, mais dans chacun des cas, le résultat donne une division de la zone en unités de surface de dimensions plus petites, chacune caractérisée par une combinaison spécifique de la densité du peuplement et de la difficulté de terrain.

Chacune de ces unités de surface constitue une zone dont les prix de revient d'exploitation seront à évaluer séparément. Chacune étant caractérisée par des conditions de terrain et une densité de peuplement spécifiques, il est possible d'estimer une productivité type des différentes opérations matérielles qui ne s'appliquent qu'à cette unité de surface particulière, car les deux principaux critères pour choisir les valeurs correctes de productivité type ont été admis.

Ces unités de surface, appelées "*Unités d'évaluation*" constituent le découpage final de l'ensemble de la zone d'évaluation.

En établissant les unités d'évaluation, il faut s'efforcer de limiter leur nombre afin de ne pas compliquer inutilement les calculs. De préférence, ce nombre ne devrait pas dépasser 10. Il faut essayer également de délimiter les unités d'évaluation de même surface approximative. Donc, si une ou plusieurs unités se trouvent être beaucoup plus grandes que les autres, une subdivision doit être effectuée en se basant entièrement sur la surface. Par ailleurs, les unités trop petites, pouvant résulter de la première division, doivent être éliminées en les incluant aux unités attenantes.

Parfois, une répartition spécifique des essences peut être le critère de subdivision de la zone plutôt que la densité du peuplement. Cependant, ceci ne change pas les principes généraux du découpage de la zone.

La répartition des essences et la densité du peuplement peuvent, bien entendu, être tellement uniformes qu'une division basée sur les données de peuplement ne soit pas du tout utile. Ceci est également valable pour les conditions de terrain. Dans ces cas-là, la délimitation des unités d'évaluation doit se baser sur le critère qui influe ou - si aucun n'a d'influence - la division peut être complètement négligée, mais cependant une division est alors nécessaire pour calculer les prix de revient significatifs du transport principal.

Les données traitées devront être disponibles sous forme de cartes portant les unités d'évaluation délimitées, numérotées et codées afin de faciliter leur identification quant à la situation géographique, la classe de difficultés de terrain et la densité du peuplement/classes d'essences. Un tableau sera établi indiquant les dimensions de chaque unité d'évalutation en hectares et les autres données se rapportant à la zone.

La méthode d'évaluation pratique et des principes est décrite en détail dans les normes de l'inventaire contenues dans l'Annexe 1.

3.5 Données sur le Peuplement, l'arbre et la grume

3.5.1 Matériel sur pied (Données d'inventaire I)

Des données d'inventaire conventionnel sont disponibles sous forme de tableaux contenus dans le rapport d'inventaire. Elles se rapportent au matériel sur pied et sont traitées à partir des mesures de base relevées sur le terrain au cours de l'inventaire et quelquefois des photographies aériennes. Les observations sur le terrain concernant les arbres sur pied comprennent toujours la mesure du diamètre (circonférence) à hauteur de poitrine ou, lorsque l'arbre a des contreforts à un endroit compris dans les 50 cm au-dessus des contreforts. Les mesures se font invariablement "*sur écorce*" , mais une déduction peut être faite pour ramener les mesures au diamètre "*sous écorce* ". Les données relatives aux diamètres sont souvent établies en classes de diamètre et réparties par essences ou par groupes d'essences. Des mesures de hauteur peuvent être faites ou non, mais éventuellement la hauteur n'est, en général, mesurée que jusqu'à la première branche. Dans le cas contraire, ce qui a lieu fréquemment, le rapport entre la hauteur et le diamètre (ou volume par arbre) peut être obtenu par l'analyse spéciale d'un échantillon d'arbres abattus.

Les données traitées, comme présentées dans le rapport d'inventaire, ne comprennent en général que les :

Volumes par hectare

Nombres d'arbres par hectare

qui se rapportent au matériel sur pied réparti par essences (ou groupes d'essences) et classes de diamètre. Le volume est le volume fût sur ou sous écorce. Les jeunes arbres en-dessous d'un certain diamètre, s'ils sont comptés, ne le sont qu'en nombre de tiges.

Les chiffres du matériel sur pied représentent la base même de tous les calculs de volumes se rapportant à l'évaluation du prix de revient de l'exploitation, et le total de la production possible dans la zone. Avant de servir en tant que composants dans les calculs de production et de prix de revient, ils doivent être traités de façon importante. Les chiffres du matériel sur pied ne sont pas compris dans les données de base, mais des détails intéressants seront trouvés pour leur relevé, traitement et présentation, dans les instructions concernant l'inventaire dans l'Annexe 1.

Les données du matériel sur pied doivent être traitées par unité d'évaluation pour obtenir les données requises sur le Peuplement, l'arbre et la grume.

3.5.2 Restrictions d'abattage et Matériel exploitable (Données d'inventaire II)

Le matériel sur pied comprend tous les diamètres et toutes les essences. Durant la période où l'évaluation du prix de revient est effectuée, une partie seulement de ce matériel est normalement exploitée. Avant qu'il ne soit possible d'obtenir des chiffres convenables pour le calcul des productions potentielles provenant des chiffres du matériel sur pied, il faut connaître en détail quelle proportion du volume brut va réellement être utilisée, c'est-à-dire spécifier les restrictions d'abattage *(felling stipulations)*.

Les restrictions d'abattage vont permettre d'identifier et de spécifier les essences et les dimensions qui vont être réellement exploitées. Elles ne se rapportent qu'à une situation donnée, et elles peuvent évoluer considérablement dans le temps, l'objectif principal étant qu'une quantité chaque fois plus importante soit exploitée progressivement car les ressources des essences les plus connues s'épuisent et que le besoin s'accentue d'une utilisation plus complète des forêts.

Les conditions du marché sont en général les plus importantes tant du point de vue des essences, que des diamètres minima, mais d'autres considérations peuvent également s'appliquer telles que des réglements spéciaux de protection, ou des diamètres minima d'abattage imposés par le Gouvernement. L'implication peut se faire également dans l'obligation d'abattre certaines essences non commercialisables, par exemple en raison de mesure sylvicole.

Les restrictions d'abattage doivent être précisées en détail avant tout traitement des chiffres du matériel sur pied. Elles sont incluses dans les données de base, car elles représentent une des principales conditions préalables pour l'estimation du prix de revient.

Il faut comprendre que pour une estimation de prix de revient donnée, il est possible d'estimer différentes restrictions d'abattage si l'évaluation concerne les aspects du prix de revient en fonction des différentes intensités d'exploitation.

Le matériel exploitable est obtenu en appliquant des restrictions d'abattage aux chiffres du matériel sur pied, telles qu'elles sont montrées dans le rapport d'inventaire.

Ce matériel exploitable est présenté exactement comme le matériel brut, c'est-à-dire par essences ou groupes d'essences et par classes de diamètre pour chaque unité d'évaluation. Les données sont les volumes par hectare et les nombres d'arbres correspondants par hectare.

3.5.3 Evaluation des ratios d'utilisation

3.5.3.1 Introduction

Le calcul des données du matériel exploitable est la première phase pour obtenir les données du peuplement, de l'arbre et de la grume qui sont nécessaires pour l'estimation de prix de revient, tel que le nombre d'arbres abattus et le volume correspondant, le volume réellement débardé, le volume moyen par grume débardée, le rendement net par grume débardée, etc ...

Le traitement de ces données spécifiques est possible aux moyens d'un certain nombre de ratios obtenus à partir de l'analyse systématique d'un certain nombre d'arbres abattus, "*l'évaluation des ratios d'utilisation*". Pour des raisons pratiques, cette évaluation doit se faire, bien souvent, en dehors de la zone d'évaluation, par exemple dans une exploitation fonctionnant presque dans les mêmes conditions et dans un milieu semblable à celle envisagée. L'évaluation des ratios d'utilisation est un complément nécessaire à l'inventaire et les données déjà traitées doivent donc être disponibles au moment de l'évaluation de prix de revient. Les détails pour le relevé et le traitement des données n'ont par conséquent pas de rapport direct avec l'estimation du prix de revient ; cependant, ils sont inclus dans les normes d'inventaire de l'Annexe 1, à laquelle on se réfèrera pour plus de renseignements.

Les données du peuplement, de l'arbre et de la grume qui sont éventuellement utilisées pour les différents calculs d'évaluation de prix de revient sont des valeurs moyennes globales, et non des valeurs applicables à chacune des essences inventoriées. Pour cette raison, et afin, également, de pouvoir obtenir des ratios applicables, il faut condenser les chiffres du matériel exploitable, c'est-à-dire récapituler à la fois le volume et le nombre d' arbres par ha dans les totaux toutes essences et toutes dimensions qui doivent être exploitées. En procédant ainsi, il est possible de calculer un diamètre moyen (en pondérant par le nombre d'arbres dans chaque classe de diamètre) et bien entendu le volume moyen par arbre. Il est possible d'obtenir une hauteur moyenne ("*longueur du fût*") correspondant au diamètre moyen, en établissant les équations hauteur-diamètre (ou volume).

Le résultat de ce calcul sera que pour chaque unité d'évaluation, on obtiendra les chiffres suivants de matériel total exploitable :

. volume moyen par hectare, toutes essences et toutes dimensions

. nombre d'arbres moyen par hectare, toutes essences et toutes dimensions

. volume moyen par arbre

. diamètre moyen à hauteur de poitrine

. hauteur moyenne.

Bien que ces chiffres ne soient pas utilisés directement dans les calculs d'évaluation de prix de revient, ils représentent la base de tous les calculs additionnels, et sont donc inclus dans les données de base.

Cependant, comme la répartition du volume total par essence est nécessaire à certains calculs spécifiques (par exemple le poids moyen et l'influence des contreforts), la répartition des essences par volume à l'hectare applicable à chaque unité d'évaluation est également incluse dans les données de base.

Avant d'aller plus loin dans l'évaluation des ratios d'utilisation et des détails de données du peuplement, de l'arbre et de la grume qui en découlent, il est bon de passer en revue certains aspects spéciaux de l'évaluation du volume, à savoir ses évolutions d'une opération à l'autre.

3.5.3.2 Evolutions du volume

Le matériel exploitable , choisi et calculé à partir des restrictions d'abattage, peut ne pas être abattu en totalité.

Ces omissions d'abattage sont assez courantes et peuvent être soit causées par l'équipe d'abattage qui s'attend à des défauts internes, parfois très importants, pour certaines essences, ou soit simplement dues à la négligence de l'équipe (contrôle insuffisant). Il peut y avoir d'autres raisons, mais en principe les omissions d'abattage devraient être peu importantes ; toutefois, l'expérience montre qu'en pratique elles sont souvent trop fréquentes pour ne pas être prises en considération.

La déduction de ces omissions d'abattage du matériel exploitable donne le matériel abattu, c'est-à-dire le nombre et le volume correspondant des arbres réellement abattus.

Même si un arbre est abattu, il se peut qu'il soit abandonné ou utilisé seulement en partie.

Les abandons peuvent être dus soit à de graves défauts internes découverts seulement après l'abattage ou soit, au fait que l'arbre peut avoir été sérieusement abimé au cours de l'abattage. Il arrive également que les réglements en vigueur obligent à abattre certaines essences (ou dimensions) tout en sachant qu'elles ne sont pas commercialisables.

Les réfactions sur le volume s'appliquent pratiquement à tous les arbres utilisés. Si l'étêtage n'est effectué que sur les arbres abattus, la perte en volume est faible. Par contre, si des défauts partiels assez graves après l'abattage sont découverts (par exemple : trou à l'extrémité de la grume) ou bien si l'arbre s'abîme pendant l'abattage, la perte en volume peut être importante.

Il faut éviter autant que possible la purge des arbres abattus sur le lieu d'abattage, en raison des conditions trop souvent incommodes de travail. Cependant certains arbres peuvent avoir un pourcentage excessif de volume défectueux ou cassé durant l'abattage, ce

qui rend le débardage du fût entier vraiment irrationnel, et donc, en pratique, il y a toujours une certaine perte de volume.

Les abandons et les réfactions partielles sur le volume causés par le tronçonnage des arbres abattus, représentent les Pertes à l'abattage.

Lorsque les pertes à l'abattage sont déduites du matériel abattu, on obtient le volume récolté, c'est-à-dire le nombre et le volume correspondant d'arbres disponibles qui, constituent le résultat de la production après l'opération d'abattage-façonnage.

Le nombre de grumes produites et le volume moyen par grume sont les spécifications supplémentaires du volume récolté. Ces données montrent le degré d'intensité de façonnage dans l'opération d'abattage, et fournissent également certaines indications sur les aspects pratiques du débardage (beaucoup ou peu de grumes par hectare, chargements de grumes de petites ou grandes dimensions). Elles sont donc nécessaires pour l'évaluation des besoins dans l'exécution de ces deux opérations.

Le volume récolté correspond aussi au volume disponible pour l'opération de débardage, car en général le volume récolté est égal au volume débardé. Il faut donc plutôt dire : "Volume débardé".

Bien entendu, il est possible qu'une grume qui a été préparée, soit finalement abandonnée par l'équipe du tracteur, si par exemple, elle se trouve dans une position inaccessible ou si elle est trop lourde. Cependant dans le cas d'une opération organisée rationnellement et bien contrôlée, le volume total récolté sera réellement débardé.

Les pertes pendant le débardage depuis la souche jusqu'au parc-bord route sont normalement insignifiantes et peuvent être ignorées, c'est-à-dire que le volume récolté est réellement débardé et délivré en totalité sur parc.

Les grumes débardées sont mises à leurs formes et dimensions définitives sur parc. Particulièrement lorsque le "*débardage de fûts entiers*" est pratiqué, la réfaction sur le volume, la Perte au tronçonnage peut être importante, mais par contre le nombre de billes peut être augmenté en raison de la division des grandes grumes en deux ou trois billes selon les éventuels besoins. Le volume est normalement évalué sous écorce, même si l'écorçage n'est pas effectué.

Le volume débardé moins la perte au tronçonnage est égal au volume disponible pour le chargement et l'expédition lors de l'opération de transport principal. Comme les pertes pendant ce transport sont insignifiantes, elles peuvent être ignorées, le volume préparé sur parc-bord route pour chargement et expédition est égal au rendement final de l'exploitation. Il peut donc être appelé correctement "Volume commercialisable".

Ceci est valable dans le cas du transport par camion parce que les grumes perdues en route peuvent être récupérées ultérieurement, mais ne peut s'appliquer au transport par cours d'eau. En effet, dans ce cas-là, les pertes au cours du transport peuvent être très importantes. Cependant, comme il a été mentionné, l'étude présente ne considère que le transport par camion.

L'évaluation de prix de revient ne comprenant ni le stockage et le rechargement au point de livraison, ni le transport supplémentaire depuis ce point de livraison, les pertes possibles ou les réfactions sur le volume après déchargement ne seront pas prises en compte. Celles-ci peuvent inclure des pertes pendant le transport et/ou pendant le chargement à bord d'un bateau de transport maritime, ainsi que des pertes possibles pour le façonnage définitif avant embarquement.

Tout ce qui précède peut se résumer comme suit :

Les données sont :	Appellation
évalué :	Matériel sur pied
déterminé et appliqué :	restrictions d'abattage
dérivé :	Matériel exploitable
ajustement :	ommissions à l'abattage
dérivé :	Matériel abattu
ajustement :	pertes à l'abattage
dérivé :	Volume récolté = Volume débardé = volume délivré sur parc
ajustement :	pertes au tronçonnage
dérivé :	Volume commercialisable

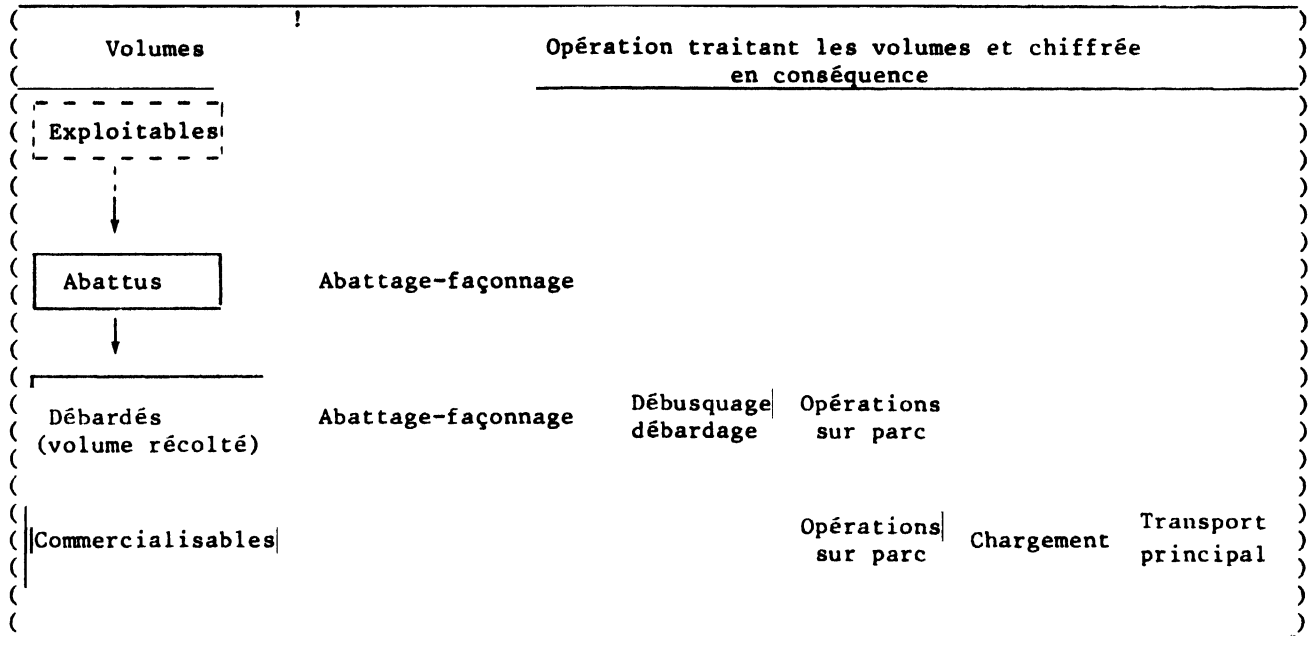
3.5.3.3 Application des données provenant de l'évaluation des ratios d'utilisation

Comme mentionné précédemment, les données sur le peuplement fournies par l'inventaire, concernent les données du matériel exploitable, obtenues en appliquant des restrictions d'abattage aux chiffres bruts du matériel sur pied. Ces données sont spécifiques pour chaque unité d'évaluation, mais doivent être limitées aux valeurs moyennes du volume par hectare, du nombre d'arbres par hectare, du diamètre à hauteur de poitrine et hauteur, avant de pouvoir les utiliser dans les calculs d'évaluation.

Les données nécessaires comme paramètres clefs dans les différentes formules de production pour l'évaluation de prix de revient sont celles qui ont été indiquées dans le paragraphe précédent.

Tandis que les chiffres de matériel sur pied demeurent fixes jusqu'à la mise en oeuvre de l'exploitation, des restrictions d'abattage modifiées entraîneraient une nouvelle série de données sur le peuplement, l'arbre et la grume, basée sur tous les calculs qui doivent être effectués pour obtenir une évaluation de prix de revient tenant compte de ces modifications. Ceci, par exemple, doit être fait s'il faut évaluer les aspects économiques des intensités facultatives d'exploitation. Une évaluation nouvelle sur le terrain des ratios d'utilisation n'est pas forcément nécessaire.

Les différentes catégories de volume provenant de l'évaluation des ratios d'utilisation sont en rapport avec les coûts opérationnels tels que récapitulés ci-après :



Il est entendu que le coût au m3 de chaque opération s'applique en premier lieu au volume manipulé pendant cette opération (par exemple, le prix de revient du débardage est calculé par m3 débardé). Les coûts opérationnels calculés de cette manière sont intéressants pour évaluer des options d'exploitation ou pour les comparer avec d'autres exploitations. Cependant le prix de revient final provenant de l'évaluation est un prix de revient total moyen de l'exploitation par m3 commercialisable. Il faut donc ajuster chaque prix calculé pour le ramener au volume commercialisable net avant d'additionner les coûts individuels ; par exemple, la base du prix de revient de débardage est le volume débardé, mais celui-ci est diminué sur parc des pertes au tronçonnage et le prix de revient de débardage par m3 commercialisable doit donc être obtenu en multipliant le coût au m3 débardé par le coefficient :

$$\frac{\text{Volume débardé}}{\text{Volume commercialisable}} = (> 1.0)$$

Ce "*coefficient d'ajustement coût/volume*" s'obtient directement à partir de l'évaluation des ratios d'utilisation.

3.6 Facteurs d'environnement

Il a déjà été mentionné que la mise en oeuvre des opérations, soit sur le terrain, soit sur parc ou sur routes, rencontrera des conditions qui pourront jusqu'à une certain point seulement, être prises en considération par les deux principaux facteurs : terrain aussi bien déterminé par la classification de terrain et les données sur le peuplement, l'arbre et la grume, que par l'évaluation des ratios d'utilisation.

Ces facteurs d'environnement supplémentaires sont principalement limités à une des trois catégories : celle concernant - les arbres ou le bois, - le terrain et le sol, - les conditions de climat.

Il est possible de supposer de nombreux facteurs qui, d'une façon ou d'une autre, peuvent influer sur la facilité avec laquelle les opérations d'abattage, par exemple, peuvent être effectuées : distance entre les arbres à abattre (temps de marche à pied), sous-bois épais, terrain accidenté, beaucoup d'obstacles tels que chablis et gros rochers (freinant la marche), arbres tordus ou très penchés (ce qui augmente les risques de coincement de la scie et ceux d'abattage), couvert dense (augmentant la possibilité d'arbres encroués, spécialement s'il y a des lianes), arbres de grand diamètre, contreforts excessivement grands (temps de coupe augmenté par rapport au volume), grande teneur en silice (changements de chaines plus fréquents), nombreuses branches à ébrancher, écorce épaisse qu'il faut enlever, etc ...

De même, de nombreux facteurs comparables - voire parfois les mêmes - peuvent influer sur la facilité d'exécution du débardage : sous-bois épais (par exemple bambou) gênant le déplacement du tracteur, obstacles gros et importants (c'est-à-dire rochers ou châblis) qui obligent le tracteur à faire des détours au lieu de suivre une ligne droite, surface du sol glissante faisant patiner les roues du tracteur, faible portance du sol qui amène le tracteur à s'embourber, etc ...

Beaucoup de ces facteurs n'interviennent que sporadiquement et leur impact sur la productivité globale d'une opération peut être assez insignifiant. D'autres, cependant, apparaissent d'une manière plus fréquente et dans ces cas-là peuvent avoir une influence bien marquée. Malheureusement, presque tous ces facteurs sont difficiles à estimer sans travail supplémentaire sur le terrain, et de plus, des difficultés apparaissent pour quantifier leur impact en raison du manque de recherches systématiques dans le cas d'exploitations tropicales.

Après une analyse approfondie, six facteurs d'environnement semblent être suffisamment importants pour justifier une quantification de leur impact, à savoir :

Contreforts des arbres
Ecorce, ou plutôt exigences d'écorçage
Sous-bois
Surface irrégulière
Obstacles de surface
Fermeté du terrain

Ce nombre est faible en comparaison avec le nombre de facteurs concevables, et ni la méthode d'évaluation de ces facteurs sur le terrain, ni la quantification de leur impact sur les opérations ne peuvent prétendre être suffisantes. Cependant, on suppose que la méthode adoptée permettra de cerner suffisamment un ou plusieurs facteurs de façon à augmenter quelque peu la fiabilité de l'évaluation de prix de revient éventuelle.

La méthode d'évaluation des facteurs sur le terrain et le traitement initial des données sont montrés dans les normes d'inventaire de l'Annexe 1 à laquelle on se référera pour plus de détails.

Le résultat de l'évaluation d'inventaire est inclus dans les Données de base et l'utilisation pratique de la valeur des facteurs est traitée dans les calculs préalables, contenus dans la Partie 2 de ce manuel.

Concernant l'influence des conditions du climat sur le rendement opérationnel, un effet contraire semble souvent assez évident. En général, les données climatiques sont faciles à obtenir et utiles également dans d'autres contextes (par exemple pour la détermination des périodes opérationnelles). Elles seront donc fournies par l'inventaire et comprises dans les Données de base, mais leur emploi en vue d'ajuster l'exécution du travail générale est plus problématique. Cependant, un essai a été fait dans les calculs préalables pour tenir compte de l'influence estimée des diverses conditions climatiques, en indiquant des

coefficients d'ajustement destinés à être appliqués aux formules de production. Dans la bibliographie, il est possible de trouver une étude d'ensemble sur l'effet des facteurs climatiques.

3.7 Données réseau routier, Transport et accessibilité

Il est nécessaire d'avoir des données spécifiques pour évaluer les implications économiques concernant l'accessibilité à la zone et pour estimer les constructions de routes nécessaires, les distances de transport, etc ...

Ces données sont relevées au cours de l'inventaire, en partie par des observations directes sur le terrain, et par des renseignements utiles obtenus auprès des départements des Services Publics, des entrepreneurs locaux et des entreprises d'exploitation existantes.

3.8 Données Economiques et Socio-Economiques

Il est également évident qu'un grand nombre de données économiques et socio-économiques est nécessaire : taux d'intérêts, impôts, coût de l'équipement et des matériaux, taux des salaires de base, montant des primes applicables, etc ...

Ces données s'obtiennent auprès des départements des Services Publics, du Code de travail, de la législation des salaires et - lorsque cela est possible - des entreprises d'exploitation existantes.

3.9 Récapitulation des Besoins en Données

Les données mentionnées ci-dessus, sont toutes des Données de base nécessaires à l'évaluation des deux élements du prix de revient, c'est-à-dire le prix de revient Temps et le calcul de la production.

Elles représentent les conditions préalables de l'évaluation et sont indiquées en détail dans les Données de base.

Les Données de base constituent le renseignement systématiquement disponible lorsqu'on commence l'évaluation réelle de prix de revient. Par conséquent, la méthode pratique pour l'évaluation de prix de revient consiste, tout d'abord, à vérifier que les Données de base sont complètes et qu'elles sont correctement codifiées pour faciliter l'identification et les références.

Une fois les Données de base bien établies, l'évaluation de prix de revient peut être commencée.

Ces Données de base sont montrées dans le Chapitre 4 de la Partie 2 de ce manuel.

3.10 Les Calculs préalables et l'Evaluation de prix de revient

Les calculs préalables, au Chapitre 5 de la Partie 2, contiennent les instructions s'y rapportant pour réaliser les nombreux calculs qui aboutiront à un nombre comparativement faible de données dont sera déduite l'évaluation de prix de revient.

Cette évaluation est montrée dans le Chapitre 6, de la Partie 2 de ce manuel.

Ces trois chapitres contiennent les instructions appropriées pour relever, grouper et traiter les données nécessaires et essayer de définir une méthode de calcul type pas trop compliquée pour atteindre le résultat final, le prix de revient moyen pour toute la zone d'évaluation.

Si des solutions optimales sont recherchées, par exemple si l'on peut considérer différentes possibilités de transport ou d'intensités d'exploitation, il suffit simplement de répéter les calculs concernés par les différentes données de base.

Les trois chapitres sont codifiés séparément , par un index code avant chaque chapitre. Les codes sont identifiés par des symboles précédant les numéros, à savoir :

Données de Base	DB - numéro de code
Calculs préalables	CP - "
Evaluation des Coûts	EC - "

Annexe 1

INSTRUCTIONS POUR LES INVENTAIRES DE PRE-INVESTISSEMENT

La méthodologie décrite dans ce manuel pour l'évaluation des prix de revient d'exploitation dans les forêts tropicales se base sur la fourniture de certaines données matérielles qui doivent être relevées et traitées dans le cadre d'un inventaire de pré-investissement. Ces données sont montrées dans les paragraphes DB1 à DB4 du Chapitre 4 ("*carte de la zone", "résumé de la zone", données descriptives globales", "données spécifiques d'exploitation")*. Bien que le sens de ces données soit facilement compréhensible, il est nécessaire d'avoir certaines instructions sur la meilleure façon de les relever, les quantifier, les traiter et les présenter pour les utiliser ensuite dans les calculs de prix de revient d'exploitation. C'est d'autant plus utile que la méthodologie proposée dans ce manuel pour l'évaluation des coûts en exploitation requiert au niveau de l'inventaire certaines exigences qui ne sont pas nécessairement remplies dans la plupart des inventaires forestiers de pré-investissement réalisés jusqu'à présent sous les tropiques.

Ces instructions se rapportent principalement aux quatre sujets importants :

(i) Classification de terrain : dans la méthodologie proposée, la zone étudiée est divisée en unités d'évaluation, chacune ayant la même configuration topographique ou classe de difficulté de terrain ; des renseignements sont fournis sur cette classification et des normes sont données concernant la stratification correspondante dans l'inventaire forestier ;

(ii) Facteurs d'environnement : informations sur les plus importants et normes pour les noter et les traiter afin de les utiliser dans les calculs de prix de revient d'exploitation ;

(iii) Facteurs d'utilisation : le volume à exploiter n'est pas le volume abattu qui, lui-même n'est pas le volume débardé, mais est plus faible que le volume délivré ; des normes sont données pour l'estimation des ratios entre ces différents volumes, lesquels sont nécessaires pour les calculs de prix de revient d'exploitation ;

(iv) Fourniture des résultats d'inventaire : il est important de fournir les résultats d'inventaire suffisamment détaillés et de les présenter selon certaines règles afin de faciliter le calcul des coûts en exploitation et d'éviter de traiter à nouveau les données de base de l'inventaire. Des normes tenant compte de ces aspects sont également fournies.

1 Classification de terrain et conclusions

1.1 Introduction

Les caractéristiques du terrain ayant une influence sur l'exploitation, sont en rapport soit avec les pentes, soit avec la surface du sol. Cette dernière est prise en compte en tant que facteurs d'environnement (cf paragraphe 2 de cette annexe), alors que la pente doit être considérée séparément. Il existe deux façons d'intégrer le facteur pente dans les calculs de prix de revient d'exploitation. L'une est d'introduire directement la pente moyenne (sur une zone donnée) comme paramètre dans les formules de coût des différentes opérations d'exploitation. Un exemple est fourni par l'évaluation des coûts en exploitation faite dans plusieurs projets de développement forestier de la FAO (*1*).

(1) Cf : "Evaluation of Accessibility of Forest Resources - A Pilot Study on Logging Costs from Inventory Data" (FO:Misc/72/15). FAO - 1972.

L'autre possibilité est de stratifier la zone étudiée en sous-divisions parfaitement homogènes, correspondant chacune à une difficulté de terrain donnée suivant une classification de terrain existante. C'est celle qui est retenue dans ce manuel.

La plupart des inventaires forestiers tropicaux comportent une stratification de la zone inventoriée basée presque invariablement sur des critères de conditions sur le peuplement (composition et matériel sur pied total), bien qu'elle puisse également prendre en compte la topographie générale. Cette stratification vise principalement à améliorer la précision des estimations sur le peuplement et le matériel sur pied, obtenues à partir de l'échantillon sur le terrain. Elle a lieu avant ou après le choix de l'échantillon sur le terrain à partir d'images de télédétection (généralement des photographies aériennes courantes) et sert à subdiviser la zone étudiée en différentes "*strates*" (ou tout au moins à évaluer les superficies respectives des différents échantillons). Ces strates correspondent en principe aux différents types de forêt/végétation, ou "*classes de condition*" (selon la hauteur dominante ou la densité du couvert). Les critères employés pour ce type de stratification ("*stratification forestière*") correspondent généralement bien aux paramètres les plus importants à évaluer, par exemple le matériel sur pied total au-dessus d'un diamètre minimum, ou le matériel exploitable (c'est-à-dire au-dessus du diamètre minimum d'exploitabilité) d'une essence donnée, ou d'un groupe d'essences commercialisables. En plus, il peut y avoir une stratification "*géographique*" de la zone inventoriée lorsque des renseignements sont nécessaires, non seulement pour l'ensemble de la zone, mais aussi par subdivisions géographiques, telles que des "*blocs*" , "parcelles", etc ... Dans ce dernier cas, la plus petite "*unité de rapport*" ou "*unité de référence*" , c'est-à-dire l'unité de dimension la plus petite pour laquelle les résultats d'inventaire sont donnés séparément, correspond en général, à la zone couverte par chaque strate "*forestière*" à l'intérieur de chaque subdivision géographique. S'il y a une "*stratification forestière*" sans "*stratification géographique*" ou une "*stratification géographique*" sans "*stratification forestière*", l'unité de référence minimum correspond alors respectivement aux strates forestières pour toute la zone inventoriée ou aux subdivisions géographiques elles-mêmes.

La méthodologie développée dans ce manuel pour l'évaluation des coûts en exploitation introduit un troisième type de stratification basé sur la topographie. La superposition de ces trois types de stratification conduit dans la plupart des cas à un nombre excessif d' "*unités d'évaluation*" pour le calcul de ces coûts , qui correspondront à de petites parcelles éparpillées sur toute la zone étudiée. Une simplification doit être recherchée. En plus de fournir certains renseignements sur la stratification suivant la difficulté de terrain recommandée dans ce manuel, les paragraphes suivants donneront des indications sur la meilleure façon de combiner les différentes stratifications afin d'arriver à une division significative de la zone étudiée en unités d'évaluation. "*Significative*" veut dire que la division finale doit aboutir à un petit nombre (disons moins de 10) d'unités d'évaluation homogènes et relativement grandes, composées chacune d'un bloc dont les résultats d'inventaire devront être fournis séparément.

1.2 Stratification suivant la difficulté de terrain

1.2.1 Présentation de la classification de terrain recommandée dans ce manuel

Dans le cadre du Projet de Développement Forestier UNDP/FAO au Gabon (1968-1973), les pentes ont été mesurées (sur une longueur disons de 10 à 20 m) par des piquets implantés tous les 50 m sur l'axe longitudinal (*layon d'inventaire*) de chacune des unités d'échantillonnage rectangulaires de 250 x 40 m (0,5 ha). A chaque piquet, quatre mesures ont été prises, le long du layon d'inventaire (devant et derrière) , et à droite et à gauche, perpendiculairement au layon. Les plus grandes pentes dans les quatre quadrants élémentaires déterminés par ces quatre directions autour de chaque piquet ont été calculées par la formule :

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$

P_1 et P_2 étant les pentes lues selon les deux directions perpendiculaires qui limitent chaque quadrant.

Toutes les valeurs de P ont ensuite été classées par catégorie de 10 % en 10 %.

Plutôt que de déterminer pour chaque zone une pente moyenne globale qui condenserait tous les renseignements sur les pentes en une simple valeur moyenne, il a paru plus utile de représenter graphiquement la répartition des pentes P dans la zone concernée par une courbe des pourcentages cumulés par classes de pentes de 10 %. Ces courbes sont représentées sur un graphique semi-logarithmique avec les logarithmes des pentes en abcisse x et les pourcentages cumulés en ordonnée y. Le tableau ci-dessous donnent les pourcentages cumulés trouvés pour la zone.

Classes de pente en pourcentage	Nombre des valeurs P absolues	Nombre des valeurs P %	Pourcentages cumulés %
0 - 10	57	42	42
10 - 20	37	27	69
20 - 30	24	18	87
30 - 40	8	6	93
40 - 50	6	4	97
50 - 60	3	2	99
60 - 70	1	1	100
TOTAL	136	100	

La courbe des pourcentages cumulés obtenue de cette façon pour une zone donnée est ensuite comparée avec un schéma de courbes similaires, déterminé par avance, et séparant les différentes classes de difficultés de terrain en "*facile*" , "*moyenne*" "*accidentée*", "*difficile*" et "*très difficile*". Ces limites ont été établies d'une manière empirique à partir de l'étude de plusieurs zones forestières au Gabon et en Côte d'Ivoire.

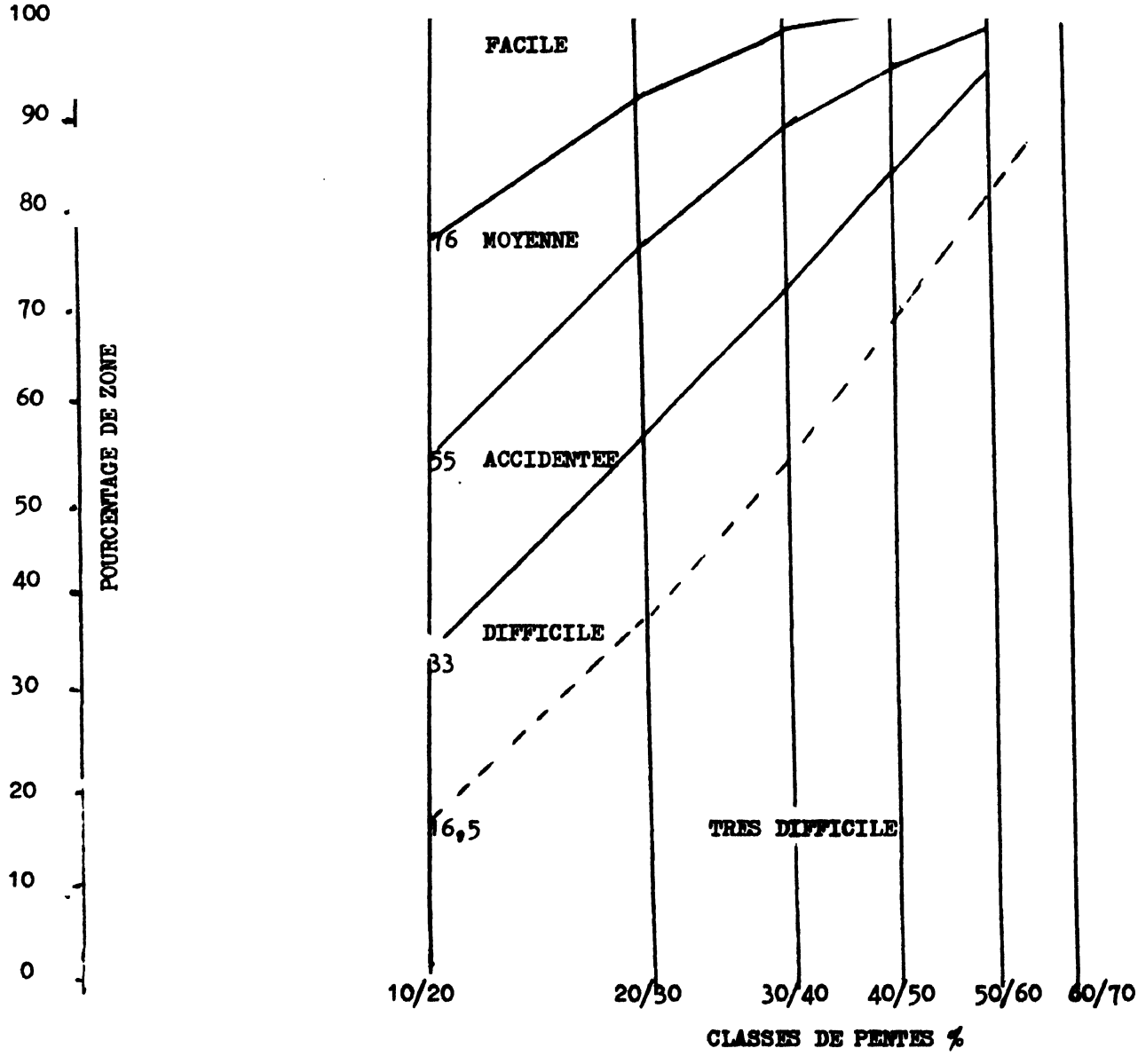
Elles sont représentées sur la figure 1. Dans la plupart des cas, la courbe correspondant à une zone donnée avec des conditions topographiques parfaitement homogènes, se situera correctement entre deux courbes limites et sera donc qualifiée en conséquence.

Le nombre des mesures de pentes faites sur le terrain est nécessairement limité par la taille de l'échantillon sur le terrain utilisé pour l'estimation des paramètres du peuplement. Il serait utile d'évaluer la classe de difficultés de terrain d'une zone donnée à partir de mesures effectuées sur photographies aériennes et sur cartes qui peuvent être aussi nombreuses que l'on veut. Cependant le schéma de courbes précédent doit être utilisé avec précaution car les pentes réelles relevées sur le terrain sont en général plus abruptes que celles mesurées sur les cartes topographiques ou sur les photographies aériennes.

1.2.2 Stratification de la zone étudiée suivant la classification de difficultés de terrain

Il existe au moins deux avantages primordiaux dans la classification de terrain décrite précédemment. Le premier, déjà mentionné, provient d'une utilisation plus complète

Figure 1. Courbes de pourcentages cumulés séparant les classes de difficultés de terrain



des renseignements sur les pentes obtenus sur le terrain durant l'inventaire (ou éventuellement à partir de cartes topographiques ou de photographies aériennes). Cette classification est d'une certaine manière plus "*forte*" qu'une basée seulement sur une pente moyenne. Le deuxième avantage est en rapport direct avec le premier et peut s'exprimer de la façon suivante : deux zones de même classe devraient être parfaitement similaires de façon à pouvoir appliquer à une zone les valeurs des paramètres d'exploitation déjà obtenus pour l'autre, à condition bien entendu que la topographie soit l'unique ou le principal facteur déterminant pour les paramètres en question.

Dans le cas où aucun autre critère pour la stratification n'est à considérer, c'est-à-dire si la zone étudiée est parfaitement homogène en tant que composition et matériel sur pied et sans aucune stratification géographique, elle doit être divisée en un nombre limité d'unités de conditions de terrain homogènes. Ces subdivisions qui doivent être géographiquement identifiables, composées d'un seul bloc et de dimensions comparables, représent les unités d'évaluation dont il est fait référence dans ce manuel.

En aucun cas leur nombre ne doit dépasser 10. Deux unités d'évaluation ou plus peuvent correspondre à la même classe de difficultés ; Ceci peut se produire si une classe de difficultés est beaucoup plus représentée que les autres et/ou si cette classe de difficultés caractérise deux parties ou plus géographiquement distinctes de la zone étudiée.

Les résultats d'inventaire doivent évidemment être fournis pour chaque unité d'évaluation. Cela signifie que la division suivant la classe de difficultés de terrain doit intervenir avant le traitement final des données d'inventaire et que chaque unité d'échantillonnage doit être affectée à son unité d'évaluation (*1*).

1.3 Combinaison de la stratification par difficultés de terrain avec d'autres types de stratification

Comme il a été mentionné précédemment, dans la plupart des reconnaissances, des critères autres que la topographie sont considérés. C'est le cas lorsque des différences significatives dans la composition de la forêt ou dans le matériel sur pied apparaissent à l'intérieur de la zone étudiée ; une stratification s'impose alors du fait d'une meilleure précision pour les estimations des paramètres du peuplement. Ceci est valable en particulier lorsque différents types de végétation forestière existent dans la zone étudiée, par exemple : forêt marécageuse en opposition à forêt sur sol sec, ou peuplements purs d'une essence grégaire entourés par une forêt mélangée, etc ... Egalement, une stratification géographique peut être nécessaire si la zone doit être divisée pour son aménagement et son utilisation, c'est-à-dire division en bassins versants, par une grande rivière, par des limites entre zones de permis d'exploitation ou entre zones de propriété ou régime foncier différent, limites administratives, etc ...

Avant d'inventorier la zone, ou du moins avant de traiter les données d'inventaire, une division finale de la zone doit être décidée en intégrant les trois différents types de stratification en vue d'obtenir un nombre limité (disons moins de 10) d'unités d'évaluation homogènes (en termes de topographie), composées chacune d'un bloc, de dimensions comparables, dont les résultats d'inventaire seront fournis séparément. Ce qui suit sert à élaborer cette division :

(i) La division en unités topographiques homogènes doit se faire à partir de l'interpré-

---

(1) Statistiquement, cette division suivant la classe de difficultés de terrain est soit une stratification "a priori" *si la sélection des unités d'échantillonnage sur le terrain est faite indépendamment pour chaque unité d'évaluation, ou soit une stratification* "a posteriori" *, si cette division a lieu après que le plan d'échantillonnage ait été décidé. Les formules d'erreurs d'échantillonnage, bien entendu, devront correspondre au type réel de stratification.*

tation des cartes topographiques existantes et/ou des images de télédétection (photographies aériennes, images radar ou satellite). La vérification sur le terrain est de toute façon indispensable si cette division se fait avant l'inventaire; car les caractéristiques microtopographiques ne sont pas souvent visibles, et le couvert forestier a tendance à "*adoucir*" les caractéristiques du terrain. L'observation stéréoscopique des photographies aériennes courantes ou du recouvrement entre les bandes radar adjacentes est recommandée. Il faut également mentionner que les images radar sont les plus utiles pour une évaluation globale des conditions de terrain qui se trouvent de plus mises en valeur par les effets d'ombre.

(ii) La stratification se basant sur les conditions du peuplement, peut être prise en considération, si nécessaire, comme une division indépendante de la zone étudiée, si bien qu'il est possible de trouver dans une unité d'évaluation donnée deux strates ou plus correspondantes. Si par exemple, nous considérons le cas courant des bandes étroites de forêts marécageuses le long des marigots qui sont faciles à identifier sur les photographies aériennes à grande ou moyenne échelle, une stratification entre ces forêts marécageuses et les forêts sur sol sec est utile pour réduire l'erreur d'échantillonnage des estimations. Cependant, ce réseau de bandes de forêts marécageuses ne peut pas former une unité d'évaluation logique. Dans ce cas, la division en unités d'évaluation doit se faire indépendamment de la stratification forêts marécageuses/forêts sur sol sec, et la plupart ou la totalité de ces unités comprendront ces deux types de forêt. Cela serait différent si certaines forêts marécageuses étaient suffisamment étendues pour être considérées comme unités d'évaluations individuelles (c'est-à-dire de très larges bas-fonds marécageux le long des principales rivières). Une autre stratification du peuplement qui doit être considérée indépendamment est celle des "*classes de conditions*" , c'est-à-dire les classes de hauteur dominante et de densité du couvert, qui peut provenir d'une combinaison enchevêtrée de peuplements et ne peut s'intégrer d'une manière adéquate dans la division en unités d'évaluation. Dans tous ces cas, les volumes moyens estimés ou le nombre de tiges au niveau de l'unité d'évaluation sont des estimations stratifiées (c'est-à-dire pondérées par la superficie relative de chaque strate dans chaque unité d'évaluation considérée). Les résultats intermédiaires à ce niveau peuvent être présentés également sous forme de tableaux car ils sont calculés par traitement de données. En termes de traitement des données, il sera dit que l'unité d'évaluation est l' "*unité d'inventaire*", tandis que toute la zone étudiée constitue un "*groupe d'unités d'inventaire*".

(iii) Si la stratification du peuplement aboutit à des blocs assez grands de zone forestière, elle doit être alors incorporée dans la division finale en unités d'évaluations. Les limites qui correspondent aux trois types de stratification doivent être ajustées et "*généralisées*" de façon à s'en tenir à un nombre limité d'unités d'évaluation de dimensions comparables.

2 Relevé et traitement des facteurs d'environnement

2.1 Introduction

Afin de mieux préciser les conditions dans lesquelles les opérations seront réalisées et d'incorporer en conséquence les ajustements appropriés dans les calculs de production (ou de rendement), des observations doivent être nécessairement faites concernant la présence d'un certain nombre de facteurs d'environnement. Parmi ceux-ci, six ont été choisis pour les quantifier, à savoir :

Facteurs Arbre/grume	*Contreforts* *Exigences d'écorçage*

Facteurs du milieu { Sous-bois
Surface accidentée
Obstacles en surface
Fermeté du sol

2.2 Contreforts

(i) Certaines espèces se caractérisent par la présence de contreforts très développés qui s'étendent depuis la base et atteignent parfois plusieurs mètres au-dessus du sol. Lorsqu'il s'agit d'essences à gros contreforts, le temps d'abattage d'un seul arbre sera considérablement augmenté, et lorsque le volume abattu contient un pourcentage important de telles essences, un ajustement du temps opérationnel moyen calculé par arbre doit être pris en compte dans l'opération d'abattage.

(ii) Pour chaque unité d'évaluation, remplir le tableau qui suit :

Unité d'évaluation .....

	(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
Essences - Groupe essences	Volume/ha , exploitable		Code pour l'importance des contreforts	Pourcentage des volumes codés "b"
	en m3	en % du total par ha		
Réference (code)	DB 4.2.1			
Nom - Code essence :	(m3)	(%)	("a" ou "b")	(%)
TOTAL		100		

Remarques :

réf. *(1)* la répartition des essences en volume par ha sera indiquée dans le tableau des Données de base, DB 4.2

réf. *(2)* calculé sur la base des volumes de *(1)* et le total de *(1)*

réf. *(3)* en se basant sur les indications des brochures botanique et technique, coder chaque essence (groupe d'essences) par rapport à l'importance des contreforts, de la manière suivante :

"a" l'essence n'a pas ou très peu de contreforts, c'est-à-dire si le diamètre mesuré à hauteur de poitrine sur l'arbre mûr qui comprend des contreforts s'étendant au-dessus de la hauteur de poitrine, ne dépasse pas deux fois le diamètre du tronc mesuré à hauteur de poitrine.

"b" l'essence a des contreforts, c'est-à-dire si le diamètre, en comprenant les contreforts et mesuré comme précédemment, dépasse deux fois le diamètre du tronc.

réf. *(4)* Relever en *(2)* les valeurs en pourcentage de toutes les essences, codées "b" et les additionner.

(iii) Calculer les valeurs facteurs suivant les indications ci-après et les reporter pour chaque unité d'évaluation dans le tableau 4.8 :

		Valeur facteur
Total de "b"	< 25 %	1
"	25-50 %	2
"	> 50 %	3

2.3 Exigences d'Ecorçage

(i) Certaines essences sont, en général, écorçées par mesure de protection contre les dégâts causés par les insectes. Dans le cas des essences utilisées couramment, les renseignements sur les exigences réelles (habituelles) d'écorçage peuvent, le plus souvent, être obtenus à partir de documentation technique ou aux moyens d'informations locales. Sinon, il faut considérer que l'écorce doit être enlevée à tout arbre mûr dont l'épaisseur de l'écorce dépasse 5 cm.

(ii) Pour chaque unité d'évaluation, remplir le tableau suivant :

Unité d'évaluation .....

	(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
Essences - Groupe d'essences	Volume/ha , exploitable		Code pour exigences Ecorçage	Pourcentage des volumes codés "b"
	en m3	en % du total par ha		
Référence (code) :	DB 4.2.1			
Nom - Code essence:	(m3)	(%)	("a" ou "b")	(%)
TOTAL		100		

Remarques :

réf. *(1)* La répartition des essences en volume par ha sera indiquée dans le tableau des Données de base DB 4.2

réf. *(2)* calculé sur la base des volumes de *(1)* et le total de *(1)*

réf. *(3)* coder chaque essence (groupe d'essences) par rapport aux exigences d'écorçage, suivant les critères ci-après :

"a" l'écorçage n'est pas nécessaire

"b" l'écorçage est nécessaire

réf. *(4)* Relever en *(2)* les valeurs en pourcentage de toutes les essences, codées "b" et les additionner.

(iii) Calculer la valeur facteur en divisant le total de *(4)* par 100 et la reporter dans le tableau DB 4.8.

2.4 Observations sur le terrain

Les conditions dans lesquelles opère le matériel de débardage sont déjà caractérisées par la classification des difficultés de terrain obtenue grâce à l'application du système de classification de terrain décrite en détail dans le paragraphe 1 de cette Annexe. L'influence du terrain sur *(a)* le temps de roulage , *(b)* le temps de mise en place de la charge, est comprise dans les indications du temps de base concernant les deux éléments temps (voir CP 9.2.1 et CP 9.3.1).

Cependant, en plus des conditions topographiques du terrain, des caractéristiques telles que le sous-bois, l'uniformité du terrain, le nombre d'obstacles de surface et la condition du sol par rapport à la capacité de portance et de poussée, etc ... peuvent varier de façon importante ; en conséquence, l'influence de ces facteurs sur le rendement opérationnel doit être prise en considération comme une précision supplémentaire de la classe de difficultés de terrain.

Les observations sur le terrain doivent donc se faire comme indiqué ci-après. Afin de maintenir le travail sur le terrain à un niveau pratique, les observations supplémentaires doivent se restreindre à un nombre limité de parcelles d'échantillonnage de l'inventaire, soit 10 %.

La méthode consistera à faire parcourir par l'équipe la longueur totale des limites des parcelles choisies. Il faut s'efforcer de suivre autant que possible la ligne droite, même s'il faut ouvrir à la machette la végétation du sous-bois, et s'il faut franchir des obstacles. Durant le parcours, le long de ces limites, des observations doivent être faites et une évaluation doit être notée pour chaque parcelle comme indiqué ci-après .

2.5 Sous-Bois

(i) Il faut tâcher d'évaluer la condition dominante globable de la parcelle par rapport à la végétation du sous-bois y compris les jeunes arbres et les plantes grimpantes, etc. Coder la parcelle selon les indications suivantes :

(a) le sous-bois est entr'ouvert et clairsemé ou, si plus dense, est composé seulement d'une végétation faible et tenue. Il peut y avoir des bouquets de végétation serrée (par exemple bambou), mais de façon rare, et qu'il est possible d'éviter facilement sans grand détour.

(b) le sous-bois est plus serré et touffu et la marche en ligne droite nécessite de frayer un chemin à la machette. La végétation et/ou la présence fréquente de jeunes arbres au-dessus de 15 cm de diamètre limite la facilité de déplacement du matériel de débardage et/ou les bouquets de végétation touffue sont fréquents et imposent d'importants détours.

(c) le sous-bois est très dense et très touffu, ce qui rend la marche très pénible et limite sérieusement la libre évolution du matériel de débardage.

2.6 Uniformité de la surface

Au cours de la marche, le long des limites, il faut noter le nombre de traversées des ravines, de petits marigots, etc ... dès qu'ils ont plus de 1 m de profondeur et moins de 3 m de large. Il faut essayer d'évaluer la condition globale de la parcelle en fonction de

l'uniformité de la surface et coder selon les indications suivantes :

(a) la surface est uniforme jusqu'à moyennement accidentée. Les bosses possibles (creux) ont généralement plus de 3 m de large et moins de 1 m de profondeur (hauteur). Le nombre de traversées de ravines est en moyenne de moins de 5 par 100 m de limites ;

(b) la surface est accidentée à raboteuse avec la présence fréquente de ravines plus profondes et/ou plus étroites ; le nombre de traversées est en moyenne inférieur à moins de 5 par 100 m de limites ;

(c) la caractéristique dominante de la surface est la fréquence des traversées de ravines qui dépassent 5 par 100 m de limites.

2.7 Obstacles de surface

Il faut noter seulement les obstacles qui empèchent vraiment le libre déplacement du matériel de débardage, par exemple de gros rochers et/ou des souches de plus de 50 cm de hauteur, de gros arbres abattus, des racines saillantes, etc ... Ne tenir aucun compte des obstacles qui peuvent être poussés sans difficulté au passage d'un tracteur, c'est-à-dire ceux qui obligent à faire des détours ou nécessitent pour les enlever la mise en oeuvre de la lame du tracteur. Noter le nombre d'obstacles repérés sur les limites et coder la parcelle en fonction des obstacles de surface comme suit :

(a) le nombre d'obstacles est de 5 ou moins par 100 m de limites ;

(b) le nombre d'obstacles par 100 m de limites dépasse 5, mais est inférieur à 20 ;

(c) le nombre d'obstacles par 100 m de limites est de 20 ou plus.

2.8 Fermeté du sol

L'objectif est d'évaluer la parcelle en fonction de la capacité du sol à supporter le matériel de débardage. Il faut creuser un trou de 50 cm de profondeur approximativement au milieu de la parcelle. Observer la couche d'humus et le sous-sol qui a été remué, et coder la parcelle par rapport à la fermeté du sol selon les indications ci-dessous :

(a) la couche d'humus est de 10 cm d'épaisseur ou moins. Le sous-sol est formé de gravier ou de latérite et se compacte bien sous les chaînes du tracteur ;

(b) la couche d'humus peut atteindre 35 cm d'épaisseur, mais le sous-sol est comme précédemment, ou moins ferme (par exemple argileux), mais stabilisé par une grande quantité de pierres ;

(c) la couche d'humus peut atteindre 35 cm d'épaisseur et le sous-sol est meuble ou mou (sable, argile). Alternativement, la couche d'humus dépasse les 35 cm d'épaisseur.

2.9 Indiquer les codes de chaque parcelle dans un tableau comme ci-après et le compléter :

Unité d'évaluation ....

Parcelle n°	Sous-bois			Uniformité de surface			Obstacles de surface			Fermeté du sol		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Nombre total des parcelles												
% du Total 100												
Valeur facteur *												

* Calculer les valeurs facteurs pour chaque facteur selon les indications suivantes :

			Valeur facteur
b + c	<20 %		1
b + c	20-50 %,	$c \leq b$	2
b + c	20-50 %,	$c > b$	3
b + c	>50 %,	$c \leq b$	4
b + c	>50 %,	$c > b$	5

Reporter les valeurs facteurs pour chaque unité d'évaluation dans le tableau DB 4.8

3 Evaluation des ratios d'utilisation

3.1 Introduction

Les estimations de volume données par les rapports d'inventaire forestier ne sont que très rarement comparables parce qu'elles ne correspondent pas aux mêmes concepts de volume. Les volumes considérés peuvent inclure l'arbre entier avec les branches ou seulement le fût, ou le fût "*libre*" , ou "*commercialisable*" ; cela peut être avec ou sans écorce. Mais ce qui est plus important encore, est qu'il est possible de faire des réfactions pour les parties défectueuses (soit les défauts extérieurs ou pourriture interne) selon un usage final donné. Ces volumes s'appellent "*volumes nets*" en comparaison des "*volumes bruts*" qui comprennent aussi bien les parties avec défauts que sans défauts. En général, tous les volumes proviennent du nombre correspondant de tiges par l'application de tarifs de cubage établis à partir d'un échantillon d'arbres abattus ou sur pied mesurés avec soin et de caractéristiques similaires.

La raison principale pour laquelle les volumes "*nets*" sont évalués et non les volumes "*bruts*" est afin d'essayer de mieux adapter l'utilisation possible des arbres sur pied. Par exemple, les rapports d'inventaire doivent fournir les moyennes ou totaux des "*volumes nets de bois de sciage*" ou "*volumes nets de bois de placage*". Cependant, les mesures faites sur des chantiers d'exploitation dans le cadre d'études des ratios d'utilisation (ou "*études de récupération*" ou "*études de l'intensité de la récolte*") démontrent généralement que les volumes nets d'inventaire peuvent être très différents de ceux réellement exploités. En plus des biais subjectifs pour l'estimation des "défauts", il arrive que des arbres sur pied ou des parties d'arbres abattus soient laissés pour diverses raisons que l'équipe n'a pu déterminer : pourriture interne n'ayant pu être détectée ou évaluée correctement, conditions du marché pouvant avoir changé depuis l'époque de l'inventaire (par exemple les qualités types pouvant avoir diminué ou augmenté), abattage ou tronçonnage ayant été jugé difficile ou impossible (par exemple arbre dangereux à abattre, possibilité de chute de l'arbre dans une position le rendant inexploitable, grume endommagée pendant l'abattage, grume non récupérable) ou bien accessibilité ou règles d'aménagement qui peuvent conduire à augmenter l'utilisation globale de la forêt avec une sélection des arbres et des grumes réduite.

C'est pourquoi, il est vivement recommandé que tous les inventaires tropicaux fournissent des estimations de volumes bruts qui peuvent servir de base objective à l'évaluation de la récupération sur des chantiers d'exploitation dans des conditions semblables d'utilisation, d'accessibilité, de marché, d'exploitation et d'encadrement. En fait, ceci est un préalable à la méthodologie proposée dans ce manuel pour l'évaluation des coûts en exploitation. Le concept, le plus utile du volume brut sera, dans la plupart des cas, le volume brut du fût sur écorce, à partir de la souche ou du haut des contreforts jusqu'à la première branche (c'est-à-dire la première branche la plus basse qu'elle soit vivante ou morte). A partir du volume brut des essences choisies au-dessus du diamètre minimum d'exploitabilité (restrictions à l'abattage), qui est appelé dans ce manuel matériel exploitable (cf paragraphe 3.5.1 du texte principal) les volumes manipulés au cours des phases successives de l'exploitation seront déterminés d'après une étude des ratios d'utilisation réalisée sur des chantiers d'exploitation. Même si les volumes nets déterminés par l'inventaire peuvent correspondre avec une précision acceptable au volume réellement exploité (appelé "*volume commercialisable*" dans le paragraphe 3.5.1 du texte principal), ce qui n'est pas le cas dans la plupart des exemples indiqués ci-dessus, il sera nécessaire encore d'obtenir des estimations des volumes manipulés au cours des opérations d'exploitation (appelés "*volume abattu*" et "*volume débardé*" dans le paragraphe 3.5.1 du texte principal) pour évaluer avec précision les coûts en exploitation. Il peut être admis que les différences entre le volume abattu et le volume débardé, et entre le volume débardé et le volume commercialisable pourraient être négligées dans certains cas. Mais même dans ces conditions, l'expérience montre que le volume abattu peut être bien inférieur au matériel exploitable, et le ratio correspondant devra être estimé.

Une étude des ratios d'utilisation semble donc être un complément indispensable à toute reconnaissance de préinvestissement dans une zone tropicale, non seulement pour une évaluation acceptable du pourcentage du volume brut de l'inventaire (matériel exploitable) qui a des chances d'être utilisé, mais aussi pour obtenir une estimation des volumes qui pourront être manipulés au cours des opérations d'exploitation.

3.2 Plan et mise en oeuvre d'une étude de ratios d'utilisation *(1)*

L'étude des ratios d'utilisation dans une reconnaissance de préinvestissement donnée fournira une estimation des facteurs d'utilisation, c'est-à-dire les ratios des volumes abattus, débardés et délivrés (appelés respectivement "*volume abattu*", "*volume débardé*", et "*volume commercialisable*") au "*volume exploitable*", c'est-à-dire le volume brut donné par l'inventaire en fonction des essences et des dimensions choisies. Avant tout, les essences à exploiter doivent être classées par groupes d'utilisation similaire afin de réduire jusqu'à une limite raisonnable la quantité de travail de l'étude des ratios d'utilisation. Si une ou plusieurs essences sont d'importance primordiale, elles peuvent bien entendu être considérées individuellement. Les facteurs d'utilisation seront déterminés pour chacun des groupes en question.

L'étude consistera à suivre un échantillon d'arbres sur pied pendant toute la phase de la récolte sur un ou plusieurs chantiers d'exploitation. Certains arbres de chaque groupe donné et de classes de diamètre correctes resteront sur pied pour diverses raisons et la comparaison de leurs volumes avec ceux des arbres abattus fournira une estimation du "*ratio d'abattage*" (DB 4.4.2) pour le groupe correspondant. La mesure du volume des sections (ou arbres entiers) laissés à la souche permettra à son tour l'estimation du "*ratio de débardage*" (DB 4.4.4.) pour le groupe d'essences considéré, c'est-à-dire le rapport entre le "*volume débardé*" et le "*volume abattu*". Finalement, les mesures sur parc de la "*perte au tronçonnage*" et des grumes façonnées à leurs dimensions finales pour le transport principal donneront une estimation du "*ratio de façonnage*" (DB 4.4.5) qui est le rapport entre le volume des grumes délivrées ("*volume commercialisable*") et le "*volume débardé*".

Pour mener une étude des ratios d'utilisation, plusieurs normes sont utiles :

(i) Un bon échantillonnage des arbres est de grande importance quoique difficile à réaliser. Les causes de biais sont nombreuses et tous les efforts doivent être faits pour réduire leur impact. Le principe de base est qu'il doit être aussi représentatif que possible des alternatives d'utilisation considérées dans l'étude de préinvestissement, en ce qui concerne la commercialisation (par exemple l'exportation, ou la transformation locale, ou une combinaison des deux connue), les règlementations et les techniques d'exploitation, les conditions générales de terrain et l'accessibilité aux centres d'utilisation ou d'exportation. S'il existe déjà un ou plusieurs chantiers d'exploitation dans la zone étudiée ou dans les environs, ils doivent être utilisés pour l'étude des ratios d'utilisation. Sinon, Il faudra en choisir avec des conditions d'utilisation similaires en dehors de la zone étudiée. Autant que possible, il vaudra mieux considérer plusieurs chantiers d'exploitation de façon à ce que les facteurs d'utilisation ne réflètent pas la récupération que d'un seul exploitant.

Pour chaque groupe d'essences, le "*ratio d'abattage*" pourrait être estimé en comparant les carnets d'abattage et les relevés de dénombrement si ces deux documents sont suffisamment crédibles. Dans le cas contraire, il faudrait faire une reconnaissance sur une zone suffisamment grande dans plusieurs chantiers d'exploitation qui viennent d'être exploités ou sont en cours d'exploitation afin d'estimer la proportion du "*volume exploitable*" laissé sur pied.

---

(1) Se reporter également : "Manual of forest inventory with special reference to mixed tropical forests" , pages 125 - 128 FAO 1973

L'échantillon d'arbres abattus et suivis pendant la phase d'exploitation doit être réparti entre les chantiers d'exploitation choisis afin d'obtenir un minimum d'arbres (disons 50) pour chaque groupe d'essences. Dans la plupart des cas, il sera supposé que pour une essence donnée, la dimension du groupe et la répartition en âge des arbres échantillons sont les mêmes que pour les arbres de la zone inventoriée

(ii) Pour obtenir homogénéité et exactitude, les mesures de tous les billons des arbres abattus se feront par tronçons de même longueur (disons approximativement 1 - 2 m) auxquels il faut appliquer le même type de formule géométrique (formules de Smalian ou de Huber). Le billon laissé à la culée ainsi que celui laissé au niveau de la première branche après étêtage seront considérés comme un seul tronçon, tandis que la grume entière à débarder (ou ses parties) devra être en fait divisée en plusieurs tronçons de longueurs approximativement égales. Les mesures se feront sur écorce, et il n'y aura aucune réfaction pour défauts extérieurs ou intérieurs car le volume initial de référence est un volume brut sur écorce. Il faut préparer soigneusement une feuille spéciale de mesures pour relever toutes ces données afin de faciliter le traitement manuel ou par ordinateur de bureau. Si les arbres ne sont pas numérotés par l'exploitant et les grumes marquées par rapport aux numéros des arbres, la personne responsable de l'étude des ratios d'utilisation devra mettre sur pied un système de numérotation de façon à pouvoir rattacher les grumes aux arbres correspondants. D'une manière générale, il n'y a pas de difficulté spéciale à mettre en oeuvre cette étude, cependant il faut le faire avec beaucoup de soins et d'ordre. Même dans le cas d'un chantier d'exploitation important avec une grande production journalière, l'expérience montre qu'il est difficile pour une équipe de deux hommes d'effectuer un relevé complet de plus de 20 arbres par jour.

(iii) Les divers ratios d'utilisation peuvent s'obtenir pour chaque groupe d'essences simplement en totalisant à chaque stade de la récolte les volumes de tous les arbres échantillons correspondants et en les divisant.

Par exemple, le "*ratio de débardage*" pour un groupe d'essences donné s'obtiendra en totalisant les volumes de toutes les grumes débardées provenant des arbres échantillons abattus et en divisant ce total par la somme des volumes bruts de ces arbres (c'est-à-dire le volume de la culée, de la tête et du fût abattu). L'application de tarifs de cubage employés dans l'inventaire pour les arbres abattus durant l'étude des ratios d'utilisation serait erronée car ces volumes bruts sont évalués différemment de ceux dont ils doivent être comparés (volume des grumes débardées ou délivrées). C'est la raison pour laquelle, il faut appliquer les formules géométriques pour l'évaluation des volumes des arbres abattus et des billons laissés en forêt ou sur parc. Pour l'évaluation du ratio d'abattage, c'est-à-dire le rapport entre le volume total des arbres réellement abattus et le volume total des arbres exploitables ("*matériel exploitable*") il faut appliquer les tarifs de cubage utilisés dans l'inventaire pour les arbres laissés sur pied et les arbres réellement abattus. En conséquence, les volumes bruts des arbres abattus seront évalués de deux façons - par l'application de tarifs de cubage et de formules géométriques - ce qui permettra de vérifier la validité des tarifs de cubage utilisés dans l'inventaire et de les corriger si nécessaire, et d'ajouter également ces arbres échantillons à l'échantillon ayant servi à l'établissement des tarifs de cubage.

(iv) Les valeurs obtenues pour les ratios d'utilisation sont des estimations d'échantillons car elles proviennent seulement d'une petite fraction de la zone concernée si l'exploitation est en cours sur la zone étudiée, ou bien comme c'est souvent le cas, d'une ou plusieurs zones des chantiers d'exploitation se trouvant en dehors de la zone étudiée. Leur précision dépend de la dimension de l'échantillon, à savoir, le nombre d'arbres observés et mesurés pour chaque groupe d'essences. La stratification du "*matériel exploitable*" en classes de qualité est une façon pour améliorer la précision des ratios d'utilisation. Si les appréciations qualitatives basées sur la grume ou sur l'arbre sont faites au cours de l'inventaire sur le terrain, le "*matériel*

exploitable" pour chaque groupe d'essences peut alors se subdiviser (ou se "*stratifier*") en volumes correspondant à chaque classe de qualité. Le même type d'appréciations qualificatives peut se faire sur les arbres observés et mesurés pendant l'étude des ratios d'utilisation, chaque arbre ou chaque tronçon faisant l'objet d'une appréciation. Dans chaque groupe d'essences, les ratios d'utilisation peuvent être estimés pour chaque classe de qualité et une estimation stratifiée globale peut être calculée en pondérant les appréciations qualitatives par le pourcentage de cette classe de qualité dans le "*matériel exploitable*".

Si : V_1 , V_2 , ... , V_k sont les volumes totaux ("*matériel exploitable*") des classes de qualité 1, 2 ... k pour un groupe d'essences donné dans une unité d'évaluation (ou la zone totale inventoriée), calculés à partir de l'inventaire sur le terrain,

- V est le volume total estimé correspondant (toutes qualités confondues) :

$$V = \sum_{i=1}^{k} V_i$$

- q_1, q_2 ... q_k sont les valeurs d'un ratio d'utilisation donné (par exemple le "*ratio de débardage*" pour le même groupe d'essences pour les classes de qualité 1,2 ... k , estimées par l'étude des ratios d'utilisation,

l'estimation stratifiée du ratio d'utilisation, q, toutes classes confondues, sera alors :

$$q = \frac{V_1}{V} q_1 + \frac{V_2}{V} q_2 + \ldots + \frac{V_k}{V} q_k = \sum_{i=1}^{k} \frac{V_i}{V} q_i$$

La qualité des arbres est bien en corrélation avec les ratios d'utilisation. Une stratification préalable du matériel exploitable sur pied dans l'inventaire sur le terrain à partir d'appréciations qualitatives, améliorera donc la précision des estimations des ratios d'utilisation. C'est un des principaux avantages des appréciations qualitatives effectuées pendant l'inventaire sur le terrain. Mais il faut comprendre que l'appréciation qualitative par elle-même (c'est-à-dire sans une étude des ratios d'utilisation) ne peut fournir des estimations réalistes du "*volume commercialisable*" pour les nombreuses raisons déjà signalées dans l'introduction.

4 Traitement et présentation des résultats d'inventaire

La méthodologie proposée dans ce manuel pour l'évaluation des coûts en exploitation est basée sur la fourniture d'une certaine quantité et type de résultats par un inventaire de pré-investissement. Hormis deux importantes exceptions déjà mentionnées dans les paragraphes précédents, c'est-à-dire l'introduction d'une stratification de terrain, conduisant à une subdivision finale en unités d'évaluation, et la détermination des facteurs d'utilisation aux moyens d'une étude des ratios d'utilisation, les données nécessaires sont fournies par n'importe quel inventaire sérieux de pré-investissement.

L'expérience montre, que dans la plupart des cas, il n'y a pas une utilisation complète des données relevées. Les résultats présentés dans le rapport d'inventaire ne représentent seulement qu'une fraction des résultats qui pourraient être fournis. Les raisons données sont en général doubles. Elles se rapportent premièrement à la "*facilité de lecture*" du rapport qui ne doit pas contenir une quantité énorme de tableaux de résultats et être suffisamment bref et clair de façon à être utilisé entièrement par les personnes ayant à prendre des décisions. La deuxième raison est plus technique : plus les résultats sont détaillés, moins ils sont précis et sûrs car ils sont basés sur une plus petite quantité de mesures (c'est-à-dire les résultats pour une seule espèce sont généralement moins précis que ceux correspondant à un groupe d'essences dont elle fait partie de même les résultats correspondant aux volumes ou nombres d'arbres dans une classe de diamètre donnée sont estimés avec une marge d'erreur d'échantillonnage plus grande que celle correspondant à un plus grand éventail de diamètres). Le responsable de l'inventaire pense donc qu'il n'est pas utile de publier certains résultats détaillés.

Quant à la première raison, il faut dire que les rapports d'inventaire devraient toujours être complétés par une note de synthèse destinée aux personnes chargées de prendre les décisions, et qui ne mettrait simplement en valeur que les résultats les plus importants. Il serait alors possible de traiter et de mettre sous forme de tableaux beaucoup de résultats détaillés utiles. Concernant la précision réduite des résultats détaillés, une note d'information serait jointe, bien placée, mentionnant leur crédibilité relative spécialement lorsque l'erreur d'échantillonnage correspondante n'est pas publiée.

Il faut éviter la perte d'information due au traitement partiel des données de base de l'inventaire. La généralisation du traitement par ordinateur permet l'obtention d'un plus grand nombre de tableaux détaillés que le traitement manuel. Il faut, en effet, garder à l'esprit que les utilisateurs des résultats d'inventaire - et spécialement ceux qui doivent évaluer le prix de revient du bois - préfèreront évidemment ne pas avoir à retourner aux données de base et à les traiter à nouveau pour obtenir les résultats dont ils ont besoin (car même s'ils sont prêts à le faire, ils n'en auront peut être pas les moyens si les données et les programmes originaux ne sont pas récupérables ou sont difficiles à utiliser pour divers motifs).

Les données d'inventaire devraient donc être traitées et les résultats présentés de la manière la plus complète possible. Des instructions sont données ci-après concernant certains aspects du traitement et de la présentation des résultats d'inventaire en rapport avec le calcul des coûts en exploitation.

La présentation détaillée des résultats d'inventaire devrait être de telle sorte qu'il soit possible d'effectuer des changements dans le modèle d'utilisation à mesure que le temps s'écoule ; ce qui est d'autant plus nécessaire que l'inventaire a souvent lieu plusieurs années avant que ne soit exploitée la zone étudiée. Ceci augmente le risque de voir l'inventaire devenir inutile si les résultats ne sont pas suffisamment compréhensifs et détaillés.

(i) Ainsi, il est important par exemple que les nombres de tiges et volumes moyens soient calculés et publiés par classe de diamètre d'intervalles assez petits , soit 10 cm. Le diamètre minimum d'exploitabilité peut être réduit ou augmenté de 10 cm dans les réglementations d'aménagement entre la période de l'inventaire et celle de l'exploitation. Si les chiffres sont fournis par classe de diamètre de 10 cm en 10 cm, il est alors facile de déterminer manuellement l'incidence de ce changement sur le "*matériel exploitable*".

(ii) La même chose s'applique en cas de changement dans les restrictions d'abattage relatives aux essences exploitées. Beaucoup de rapports d'inventaire donnent des résultats par groupe d'essences, et non par essence. Dans la plupart des cas, ceci est dû à de la négligence. Quelle que soit la valeur des groupements, les changements dans les conditions du marché, dans l'accessibilité, dans les réglementations d'exploitation et d'aménagement, tendront à modifier la liste des essences exploitables ainsi que les groupements établis. Lorsque des résultats par essence ne sont pas disponibles, il n'est pas possible de calculer ensuite le nouveau "*matériel exploitable* s'il y a des changements dans la liste des essences exploitables (la situation est même plus critique encore quand la liste des essences inventoriées a été délibérément restreinte car dans ce cas, une solution ne pourra être trouvée en se reportant aux données de base). Si la longueur des tableaux de peuplement et de volumes apparaît trop important pour être reproduits dans les rapports d'inventaire, au moins quelques copies de tableaux complets devraient être disponibles rangés dans un emplacement connu.

(iii) Beaucoup de paramètres d'environnement sont mieux et plus objectivement évalués par points ou par petites zones circulaires autour de ces points que sur la surface totale de chaque placette d'échantillonnage sur le terrain. Les estimations moyennes de ces paramètres notées généralement par classes (cf paragraphe 2 de cette annexe) doivent être traitées comme des proportions de la surface de chaque unité d'évaluation dans chaque classe de paramètre, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de points de chaque classe du paramètre et le nombre total de points dans l'unité d'évaluation concernée.

Annexe 2

BIBLIOGRAPHIE

American Society of Photogrammetry 1975	Manuel of Remote Sensing (2 volumes), Falls Church, U.S.A.
Bois et Forêts des Tropiques	C.T.F.T, Nogent-sur-Marne, France
Bradley, D.P 1972	Improve Forest Inventory with Access Data - Measure Transport Distance and Cost to Market. USDA Forest Service Research Paper NC-82, St. Paul, U.S.A.
FAO 1971	Planning a Forest Inventory. FAO Forestry and Forest Products Studies N°. 17, Rome.
FAO 1972	Evaluation of Accessibility of Forest Resources-A Pilot Study on Logging Costs from Inventory Data - FO : Misc/72/15, Rome.
FAO 1973	Manual of Forest Inventory with Special Reference to Mixed Tropical Forests, Rome.
FAO 1974	Logging and Log Transport in Tropical High Forests, FAO Forestry Development Paper N°. 18, Rome.
FAO 1974	Logging and Transport in Eucalyptus Plantations - FAO/SWE/TF 142, Rome.
FAO 1976	Harvesting Man-made Forests in Developing Countries, FOI : TF - INT 74 (SWE), Rome.
FAO 1977	Planning Forestry Roads and Harvesting Systems - FAO Forestry Paper N°. 2, Rome.
FAO/ECE/ILO 1971	Symposium on Forest Operations in Mountainous Regions - Classification of Terrain and Operational Systems, by I. Samset, LOG/SYMP. 5/3, Geneva.
FAO/ECE/ILO 1973	Symposium on Forest Operations in Mountainous Regions - Technical Report - TIM/EFC/WP. 1/1, Geneva.
Government of India 1972	Accessibility and cost Studies, East Gadavari (A.P.) Technical Report N°. 5, Ministry of Agriculture, New Delhi.
Haarla, R. and Asserstoahl, R. 1972	The Inter-Nordic Forest Terrain Classification Project in 1969 - 1972. University of Helsinki, Department of Logging and Utilization of Forest Products, Research Notes N°. 20, Helsinki.
Lepitre, C. 1977	Classification des terrains pour l'exploitation forestière tropicale - CT.F.T., Nogent-sur-Marne, France.
Le Ray, J. 1964	Forest Roads in the Tropics. Unasylva, Vol. 17, Nos. 2 and 3, FAO, Rome.

Loetsch, F. and Haller, K.E. 1964	Forest Inventory, Volume I, BLV München
Loetsch, F. Zöhrer, F. and Haller, K.E. 1973	Forest Inventory, Volume II, BLV München.
Mazier, D., Baumgartner, F. and Lepitre, C.	Terrain Classification for the Harvesting of Tropical Forests - Unasylva, Vol. 28, N°. 114, FAO, Rome.
Recueil Technique de l'Exploitant Forestier	C.T.F.T, Nogent-sur-Marne, France.
UNDP/FAO 1971	Logging and Forest Management, Guyana. FO : SF/GUY 9, Technical Report N°. 12, Rome.
UNDP/FAO 1972	Estimation des volumes commercialisables, Gabon. FO : SF/GAB 6, Rapport technique N°. 11, Libreville.
UNDP/FAO 1972	Forest Inventory of Jamaica. FO : SF/JAM 5, Technical Report N°. 3, Kingston.
UNDP/FAO 1972	Harvesting Intensity in Selected Areas of Hill Dipterocarp Forests of Sarawak. FO : SF/MAL/72/009, Working Paper N°. 13, Kuala Lumpur.
UNDP/FAO 1975	Logging and Log Transportation in Penninsular Malaysia. FO : DP/MAL/72/009. Technical Report N°. 8, Rome
UNDP/FAO 1974	Coûts en exploitation forestière, Gabon. FO : SF/GAB 68/506, Rapport technique N°. 12, Libreville.
UNDP/FAO 1975	Inventaire forestier dans le Centre-Est du Gabon. FO : SF/GAB 68/506, Rapport technique N°. 17, (4 fascicules), Nogent-sur-Marne, France.
Vergnet, L. and Laurent, D.	Relation entre la classification des terrains et le coût de construction (terrassement) des routes forestières, C.T.F.T., Nogent-sur-Marne, France.
Von Segebaden, G. 1964	Studies of Cross-country Transport Distances and Road Net Extension, Studia Forestalia Suecia N°. 18, Skoghögskolan, Stockholm.
Von Segebaden, G. 1969	Studies on the Accessibility of Forests and Forest Land in Sweden. Studia Forestalia Suecia N°. 76, Skoghögskolan, Stockholm.

En plus de ces documents, le lecteur peut se référer aux "Performance Handbooks" publiés par les fabricants de matériel forestier.

N011046